



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

“Diseño de un sistema de generación solar fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Sundia distrito de Bolívar – La Libertad 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Wilmer Ullilen Ruiz (ORCID: 0000-0002-8367-1090)

ASESOR:

Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución de Energía

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, por darme la oportunidad de terminar mi carrera y seguir dándome la vida para poder compartir momentos dichosos con mi familia.

A mis padres, Juana Ruiz Carrión, Nicodemos Ullilen Díaz, por todo su amor, esfuerzo y sacrificio de trabajo, para ayudarme a forjar mi camino y así poder cumplir con mis Metas, objetivos y ser una mejor persona.

A mi bello hijo Joseph Ullilen Caruanambo quien forma parte de mi vida diaria, siendo mi inspiración para continuar en este difícil camino de estudios y trabajos permitiéndome crecer como un padre profesional.

A mi esposa Noemí por todo el apoyo y comprensión por impulsarme a seguir estudiando y apoyarme en los momentos más difíciles.

A mis hermanos Renán, Edith y Fanny que siempre estuvieron ahí para brindarme su apoyo en los momentos difíciles, muchas veces poniéndose en el papel de padres.

Wilmer Ullilen Ruiz

Agradecimiento

*A la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo
Por haber aceptado ser parte de ella y
Abierto las puertas de su seno científico
Para poder estudiar mi carrera.
Un agradecimiento especial a las personas
Que me han proporcionado toda la información
Necesaria para elaborar este trabajo.*

Ullilen Ruiz Wilmer

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **ULLILEN RUIZ WILMER**, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° **44494025**, con el trabajo de investigación titulada,

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO SUNDIA DISTRITO DE BOLÍVAR – LA LIBERTAD 2019”

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

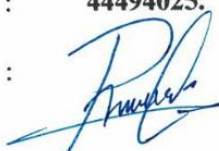
De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 10 de setiembre, 2020

Nombres y apellidos : **WILMER ULLILEN RUIZ.**

DNI : **44494025.**

Firma :



ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice.....	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática.	1
1.2 Trabajos Previos	4
1.3 Teorías Relacionadas al tema.	8
1.4 Formulación del Problema	13
1.5 Justificación del Estudio.	13
1.6 Hipótesis.....	14
1.7 Objetivos.	14
II MÉTODO.....	15
2.1 Diseño de Investigación.	15
2.2 Variables, Operacionalización.....	15
2.3 Población y Muestra.	17
2.4 Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	17
2.5 Métodos de Análisis de Datos.	19
2.6 Aspectos Éticos.....	19

III RESULTADOS	20
3.1 Calcular la máxima demanda del caserío Sundia en el distrito de Bolívar – La Libertad.	20
3.2 Calcular los diferentes elementos electromecánicos del sistema de generación fotovoltaico que abastecerá de energía eléctrica al caserío Sundia en el distrito de Bolívar.	28
3.3 Realizar la evaluación económica del sistema de generación eléctrica fotovoltaico a través del TIR y VAN.....	43
IV DISCUSIÓN	50
V CONCLUSIONES	52
VI RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS	57
Anexo N° 01: Radiación solar de la zona	58
Anexo 02: Distancias entre componentes	62
Anexo N° 03: Fichas técnicas.....	63
Anexo N° 04: Precios.....	69
Anexo N° 05: Fotografía del caserío Sundia distrito de Bolívar – La Libertad	71
Anexo N° 06: Plano topográfico del caserío Sundia	72
Anexo N° 07: Leyenda del plano topográfico del caserío Sundia.....	73
Anexo N° 08: Ubicación de la central fotovoltaica del caserío Sundia	74
Anexo N° 09: Paneles y banco de baterías del sistema de generación solar fotovoltaico del caserío Sundia.....	75
Acta de aprobación de originalidad de tesis	76
Reporte de Turnitin	77
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	78
Autorización de la versión final del Trabajo de investigación	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1. Eficiencia Alcanzadas en diversos tipos de celdas solares	12
Tabla. 2. Lotes que componen el caserío Súdía.....	21
Tabla. 3. Habitantes por lotes	22
Tabla. 4. Tasas de crecimiento poblacional	23
Tabla. 5. Lotes para el año 20.....	23
Tabla. 6. Potencia proyectada para 20 años para el caserío Súdía.....	24
Tabla. 7. Cantidad el luminarias para el año 20 en el caserío Súdía.....	25
Tabla. 8. Aumento progresivo de la demanda para el año 20 del Caserío Súdía.	26
Tabla. 9. Consumo mensual de energía proyectado para el año 20 del caserío Súdía.....	27
Tabla. 10. Radiación promedio en el caserío Súdía.....	28
Tabla. 11. Horas pico solares para el caserío Súdía.....	29
Tabla. 12. Potencia de salida del inversor.....	29
Tabla. 13. Factores de pérdidas para cálculo de factor global de pérdidas	30
Tabla. 14. Energía requerida por el caserío para el año 20.	30
Tabla. 15. Cálculo de la energía real para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico. .	30
Tabla. 16. Cálculo de la potencia del campo solar.	32
Tabla. 17. Tabulación entre posibles configuraciones de Nps y Rpp.....	33
Tabla. 18. Cantidad de paneles requeridos.....	34
Tabla. 19. Capacidad requerida por el campo de baterías.....	35
Tabla. 20. Capacidad del banco en amperio hora.....	36
Tabla. 21. Cantidad de baterías en serie.....	36
Tabla. 22. Cantidad de ramas en paralelo de acumuladores en serie.....	37
Tabla. 23. Parámetros para selección del controlador	37
Tabla. 24. Cantidad de controladores en serie por rama de batería.	37
Tabla. 25. Cantidad de controladores	38
Tabla. 26. Caídas de tensión permisibles en un sistema fotovoltaico.....	38
Tabla. 27. Caída de tensión entre configuraciones en serie pertenecientes a las primeras 7 hileras.	41
Tabla. 28. Caída de tensión entre configuraciones en serie pertenecientes a las ultimas 3 hileras.	41
Tabla. 29. Cálculo de caída de tensión para todas las hileras de acuerdo a su ubicación con respecto a los tableros de control.....	42

Tabla. 30. Costo de materiales de central para el caserío.	43
Tabla. 31. Costo de instalación de la central.	43
Tabla. 32. Costo de personal para la operación y mantenimiento de la central	44
Tabla. 33. Pliego tarifario BT5B.	44
Tabla. 34. Ingreso por venta de energía durante el funcionamiento de la central.	45
Tabla. 35. Gasto que involucra la central fotovoltaica.	46
Tabla. 36. Balance de caja para central fotovoltaica.	47
Tabla. 37. Flujo de caja de sistema fotovoltaico sin considerar la inversión.	48
Tabla. 38. Flujo de caja con el 96% de inversión y sin costo de operación y mantenimiento.	49
Tabla. 39. Evaluadores económicos.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta Solar Flotante Huaian de 40 MW	2
Figura 2. Diagrama de cargas y duración.....	8
Figura 3. Cadena de Valor de la electricidad	9
Figura 4. Principales Fuentes de energía renovable.....	10
Figura 5. Esquema del Efecto Fotovoltaico	11
Figura 6. Configuración del arreglo de paneles.....	31
Figura 7. Medidas del panel. Fuente: Propia	39
Figura 8. Aumento de intensidad de acuerdo a los arreglos en serie que se están agregando.	40

RESUMEN

La investigación que aquí se presenta se pretende diseñar un sistema de generación fotovoltaica que tenga la capacidad de suministrar energía para la demanda del caserío Sundia esta investigación desarrolla un sistema autónomo determinado por la radiación del mes más crítico, con esto se asegura que la generación de energía abastecerá al poblado aun en el mes más crítico, así considerando la menor radiación los evaluadores económicos desarrollados fueron desfavorables, planteando al final una alternativa en la cual el poblado se ve involucrado en el funcionamiento de la central y la inversión en un 96% se debe buscar por una entidad no gubernamental.

Palabras clave: Energía eléctrica, Baterías Fotovoltaicas, Generación de fotovoltaica

ABSTRACT

The research presented here is intended to design a photovoltaic generation system that has the capacity to supply energy for the demand of the Sundia farmhouse. This research develops an autonomous system determined by the radiation of the most critical month, this ensures that the generation of energy will supply the town even in the most critical month, thus considering the lower radiation the developed economic evaluators were unfavorable, proposing in the end an alternative in which the town is involved in the operation of the plant and the investment in 96% is you must search for a non-governmental entity.

Keywords: Electricity, Photovoltaic Batteries, Photovoltaic Generation.

I INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática.

A Nivel Internacional:

“La energía fotovoltaica se convirtió en una de las superiores industrias de la República Popular China. El país asiático es jefe mundial por aptitud fotovoltaica, con una capacidad instalada a inicios de 2019 mayor a los 170 GW. Cuenta además con unas 400 compañías fotovoltaicas, entre las que resaltan Trina Del sol, Jinko Del sol y JA Del sol, colosales mundiales en la construcción de cuadros solares. En 2014 producía precisamente media parte de los productos fotovoltaicos que se fabrican en el planeta (China y Taiwán juntos suman más del 60 % de cuota). La producción de cuadros y células fotovoltaicas en China se ha incrementado claramente a lo largo de la más reciente década: en 2001 mantenía una cuota inferior al 1 % del mercado mundial, en tanto que por las mismas fechas, Japón y USA sumaban más del 70 % de la producción mundial. No obstante, la inclinación se ha invertido y actualmente China sobrepasa extensamente al resto de productores” (Shaw, 2019, págs. 25-28)

“USA es desde 2010 uno de los países con más grande actividad en el mercado fotovoltaico, tiene enormes compañías del área, como First Del sol o SolarCity, de esta forma como varias plantas de conexión a red. A inicios de 2015, USA superó los 20 GW de capacidad fotovoltaica instalada, bastante para proveer electricidad a más de 4 millones de hogares, tras disponer 8 GW sólo en 2014” (optics.rog, 2015, pág. 123)

“El desarrollo tecnológico elevado creó un ámbito donde la vida se volvió más sana física y mentalmente. Los varios peligros para la salud no son una fácil consecuencia fortuita del avance tecnológico, son, por el opuesto, un aspecto integral de un sistema barato obsesionado por el desarrollo y la propagación, por una competitividad reduccionista mal entendida, que intensifica cada vez más la alta tecnología en una tentativa de aumentar la eficacia” (Capra, 1992, pág. 67)

“Podemos vivir bien con menos, podemos desarrollar nuestras capacidades humanas y sociales, tener buena salud, formación educativa, con menos energía de la que consumimos” (Lago, 2011, pág. 71)

“La energía del sol fotovoltaica radica en la transformación directa de la radiación del sol en energía eléctrica, esta transformación en energía eléctrica se consigue utilizando las características de los materiales semiconductores. En los siguientes años la categorización de los más importantes productores de energía del sol va a modificarse

sustancialmente, en la actualidad la energía del sol viene tomando impulso en la India y USA” (Lago, 2011, pág. 154)



Figura 1. Planta Solar Flotante Huaian de 40 MW.

“Con tecnología e industria, Japón fue uno de los primeros en desarrollar la energía del sol a enorme escala y sigue en pie perfeccionando en el área, con el propósito de que la energía del sol cubra el 10 % de la demanda energética del país para 2050, en la actualidad viene provocando 63 GW. La India comenzó a desplegar la energía del sol a enorme escala en 2011, se prevé que hagan enormes cambios en la generación para 2020, con el Banco Mundial aportando mil millones de USD en préstamos sólo en este año. Su apogeo del sol termina de empezar, el gobierno apunta a tener una aptitud instalada de 100 GW para 2022. Como un país desarrollándose, la energía del sol además desempeña un enorme papel en la calefacción o la purificación del agua en muchas zonas de la India, en la actualidad se crea 57,4 KW” (Hanai, 2015, pág. 35)

A Nivel Nacional:

“Perú se ubica en América del Sur y hace frontera con Colombia, Bolivia, Chile, Brasil y Ecuador, con un área de: 1 285 216 km². Los índices de avance humano contrastan intensamente entre la ciudad más importante y las provincias, de esta forma como entre las ubicaciones urbanas y las áreas despobladas. Más allá de que en los años anteriores el país ha experimentado un desarrollo barato recurrente, todavía quedan enormes retos en temas de incorporación popular e igualdad de género” (OSINERGMIN, 2016)

“El abastecimiento de energía eléctrica se ha convertido en un servicio público muy importante para los diversos procesos industriales y sostener el consumo de los individuos residenciales. De esta forma, ofrece una fuente de energía que impulsa la actividad económica, permite el comercio en todo el mundo, mantiene el buen desempeño de los mercados y crea confort al aceptar que los ciudadanos tengan altos estándares de calidad de vida. Sin electricidad, el desempeño de la economía global sería inviable. Esta importancia a preciso que en todo lugar, en más grande o menor medida, el área eléctrico se encuentre sujeto a alguna forma de participación pública por parte del Estado, que actúa vía compañías públicas y regulación de las ocupaciones de las compañías privadas según los mecanismos de mercado” (OSINERGMIN, 2016)

“La electricidad producida en el Perú se ha duplicado en los últimos 20 años debido al desarrollo de la demanda y disponibilidad de elementos. En paralelo, el planeta además ha experimentado cambios en su matriz de generación eléctrica. De esta forma, en el presente capítulo se ejecuta una comparación de la intensidad del mercado mundial con el local. De igual modo, se enseña la importancia de las fuentes renovables en el área” (OSINERGMIN, 2016)

A Nivel Local:

“El caserío de sundia aún no tiene servicio eléctrico convencional, problema que afecta una población total de 142 habitantes distribuidos en 30 viviendas, 01 iglesia, 03 centros educativos inicial, primaria, secundaria y 01 local comunal, Además se encuentra alejado a dos horas de las redes eléctricas convencionales. Esta situación motiva a que los proyectos de electrificación rural no se realicen. La distancia, el aislamiento de las redes eléctricas convencionales hace que estos pobladores sigan haciendo el uso de velas y mecheros para su alumbrado. El uso de estos materiales resulta ineficientes tóxicas y por consiguiente de alto riesgo para la salud. Al no contar con suministro de energía eléctrica, se necesita otras opciones para suministrar energía eléctrica y se propone utilizando la energía solar fotovoltaica el cual es energía renovable y que tiene como beneficio que no se va producir gases de efecto invernadero ni otras emisiones y así poder reducir la contaminación del medio ambiente. Se espera que el proyecto de diseño de generación solar fotovoltaica contribuya a mejorar las condiciones de vida de la población del caserío de sundia”.

1.2 Trabajos Previos

(Bilbao Moran & García-Jalón, 2018) en su investigación **“EL MERCADO ENERGÉTICO Y DE RENOVABLES EL CASO DE SIEMENS GAMESA”** indican lo siguiente.

“El cambio de bajo costo que quiere realizar China hacia un sistema basado en el consumo y el área servicios, adjuntado con la desaceleración económica del país, ha propiciado la mutación de su política energética hacia una exclusiva etapa de impulso de la energía limpia, con el propósito primordial de achicar las altas cuotas de contaminación que sufre el país” (Bilbao Moran & García-Jalón, 2018, pág. 53)

“A través de este artículo, se quiere ofrecer una perspectiva general del cambio energético de China, de esta forma como argumentar tanto las medidas fundamentales tomadas por sus autoridades como la evolución y perspectivas de las primordiales energías alternativas. Por último, se abordarán los primordiales hitos de la compañía Siemens Gamesa, su entrada y sus perspectivas en el área eólico chino” (Bilbao Moran & García-Jalón, 2018)

(Berrino, Silva, & Buccarelli, 2018) en su investigación **“CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN EL MARCO DEL PROGRAMA NACIONAL DE FOMENTO PARA EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES”** indica lo siguiente.

“En la primera parte de este artículo se expone en referencia a la legislación nacional y provincial que se encuentran vigentes en referencia a fuentes renovables. A continuación, se hace una descripción detallada del proceso de cálculo y diseño de una planta fotovoltaico que se instalará en una institución educativa dentro del marco del programa provincial “PROSUMIDORES” y la Ley nacional 27.191 sobre uso de energías renovables. La contribución más destacada se relaciona con plantear las metas de consumo de energía proveniente de fuentes renovables previstas en la Ley pese a que la institución no está obligada. A partir de este objetivo se muestra el proceso de dimensionamiento y el estudio del emplazamiento de la planta.

Para definir el tamaño, se realiza una estimación del consumo y de la producción de energía considerando las particularidades de la región donde se instalará la planta. Finalmente se analizan las posibilidades de transferir la experiencia hacia el sector productivo de la región haciendo un especial énfasis en las PyMEs que proyecten sus

propias instalaciones y/o buscan realizar desarrollos tecnológicos relacionados con la temática” (Berrino, Silva, & Buccuarelli, 2018, págs. 24-43)

(Rogério MossandéI, Brown Manrique, & Mujica Cervantes, 2015) en su investigación **“RIEGO CON ENERGIA SOLAR PARA EL TOMATE EN CAVACO, BENGUELA, ANGOLA”** indican lo siguiente.

“La seguridad de los alimentos es dependiente del mejoramiento del riego de los pequeños agricultores que cultivan medio sector agrícola mundial; no obstante, es requisito el perfeccionamiento de la eficacia del manejo del agua por medio del riego tecnificado por goteo que se ajusta a los sistemas fotovoltaicos (FV) en pequeñas superficies. Considerándose la disponibilidad de radiación del sol y la carencia de fuentes comunes de energía eléctrica en la República de Angola, se justifica el diseño de un sistema de riego del sol fotovoltaico por goteo para la producción de tomate en el valle de Cavaco, Angola en un sector en fase de prueba de 0,23 ha, donde la estimación de la radiación del sol sobre un chato horizontal y la inclinación del panel FV se llevó a cabo con los modelos de Hottel y SOLENER. El sistema de riego FV se diseñó para la máxima demanda hídrica del cultivo, por medio de los procedimientos de sistemas autónomos y fotorriego. Los resultados señalan que la utilización de un gotero de $4\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$ facilita 2.49 horas de riego en cada subunidad. Los modelos matemáticos estimaron valores de radiación global entre $6\,448,32$ y $8\,320,81\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ sobre área horizontal y entre $6\,775$ y $8\,710\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ sobre el área del panel inclinada a 15° . El sistema FV se compone de un arreglo de 6 cuadros fotovoltaicos que desarrollan una capacidad pico de $1814,39\text{ Wp}$, bastante para asegurar el desempeño de la motobomba elegida” (Rogério MossandéI, Brown Manrique, & Mujica Cervantes, 2015, págs. 11-17)

(Poblano Ortiz, Romantchik Kriuchkova, Hahn Schlam, & Betanzos Castillo, 2015) en su investigación **“COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA INVERNADEROS Y GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA RED”** indican lo siguiente.

“Un sistema fotovoltaico (SFV) puede proveer energía a individuos que habitan en zonas donde no hay red de servicio público. El presente trabajo muestra una metodología que permite comprender la distancia mínima y el consumo mínimo de la energía en herramienta de la distancia de la red eléctrica que hay que justifica la

utilización de SFV's comparando los costos por creación y conexión de la red de Energía Eléctrica de Comisión Federal de Electricidad (CFE) en herramienta de la distancia de creación y los costos de instalación de sistemas fotovoltaicos para invernaderos con costos de energía hasta de 30 kWh calculados con el software creado por el estudio IAUIA de la UACH. Hay diferentes tarifas de energía eléctrica, las cuales incrementan anualmente de 4.4 hasta 27 %, estas se analizaron para los años 2003 - 2013 y se proyectaron hasta el año 2038. Se comprobó que calculando los costos eléctricos con las tarifas 9M establecidas en el área agrícola y para 10 y 15 años de uso de SFV es posible instalarlos aun en sitios donde ya existe la red eléctrica de CFE para la energía consumida de mayor relevancia de 4.8 y 1.5 kWh por día en invernaderos correspondientemente, puesto que solo los costos por consumo energético a lo largo de estos años rebasan los costos de instalación de SFV. Se determinó el consumo mínimo de energía en herramienta de la distancia de vida de la red eléctrica que justifica la instalación de los SFV" (Poblano Ortiz, Romantchik Kriuchkova, Hahn Schlam, & Betanzos Castillo, 2015, págs. 679-693)

(Giraudy Arafet , Massipe Cano, Rodríguez Rivera , Rodríguez Gámez, & Vázquez Pérez, 2014) en su investigación **"FACTIBILIDAD DE INSTALACIÓN E SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A RED"** indican lo siguiente. "Se expone la oportunidad de llevar a cabo sistemas fotovoltaicos conectados a red en las superficies próximas a las centrales eléctricas para la generación distribuida en la provincia Santiago de Cuba, ingresar elecciones de generación de energía, utilizando los sistemas de transformación, organización y subestaciones que ya están, sugiriendo una exclusiva perspectiva con la explotación de la energía renovable, como opción posible de avance sustentable. Se hace un examen desde el criterio del ordenamiento territorial, de la aptitud que pudiera instalarse, de esta forma como las virtudes que traería el montaje de los sistemas renovables conectados a red. Los estudios se hacen desde la radiación del sol que influye en las superficies próximas a la instalación que produce energía (CE) de San Luis, aportando los criterios sobre la proporción de energía que se podría crear y la reducción de los costos asociados al combustible fósil y los impactos ambientales" (Giraudy Arafet , Massipe Cano, Rodríguez Rivera , Rodríguez Gámez, & Vázquez Pérez, 2014, págs. 141-148)

(Correa Montenegro & Gonzales Silva, 2018) en su investigación **“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°287 DE LA COMUNIDAD NATIVA VILLA GONZALO, DISTRITO RÍO SANTIAGO, PROVINCIA CONDORCANQUI, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS”** indican lo siguiente.

“En este trabajo de exploración ha sido creado en la Institución Didáctica N°287 de la Red social Nativa Villa Gonzalo localizada en el distrito Río Santiago de la provincia Condorcanqui del departamento de Amazonas. El propósito de este trabajo de exploración es ofrecer el diseño autónomo de un sistema fotovoltaico para generar de energía eléctrica a la institución didáctica de dicha red social gracias a la ausencia del servicio de electricidad en redes de baja tensión, además de ayudar a la reducción de emisiones de CO₂” (Correa Montenegro & Gonzales Silva, 2018, pág. 125)

“Para el diseño del emprendimiento, creado en el Capítulo III, se estudió la máxima demanda de energía eléctrica en la Institución Didáctica N°287, se tuvo presente los parámetros de dimensionamiento, de esta forma como la radiación del sol que hay en la red social nativa utilizando datos de NASTEC y se evaluó numerosos equipos con diferentes propiedades para la precisa selección de los elementos a usar. Por medio de cálculos matemáticos se determinó el número de cuadros solares a usar, el tipo y número de baterías, el regulador de carga correcto, las propiedades del inversor y la manera en que los equipos queden interconectados entre sí. En el Capítulo IV se llevó a cabo los cálculos de valor en la generación de energía eléctrica usando grupo electrógeno, el presupuesto para la ejecución del emprendimiento y se determinó la rentabilidad del emprendimiento usando de utilidades financieras como el Valor De hoy Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) teniendo en cuenta un tiempo de vida del emprendimiento de 20 años” (Correa Montenegro & Gonzales Silva, 2018, pág. 125)

1.3 Teorías Relacionadas al tema.

1.3.1 Electricidad

“Se define como el movimiento de electrones moviéndose por un cable conductor en un lapso de tiempo. El movimiento de electrones tiene como unidad de medida el voltio(V), así como también su velocidad de desplazamiento conocido como amperajes (A)” (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN, 2016)

1.3.2 Demanda Eléctrica

“Este parámetro eléctrico tiene un comportamiento errático durante el día, el comportamiento de estos parámetros durante el lapso de un día, se le conoce como diagrama de carga, esto permite la posibilidad de poder identificar los puntos de alta y baja demanda, los cuales se denominan hora punta y fuera de hora punta” (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN, 2016).

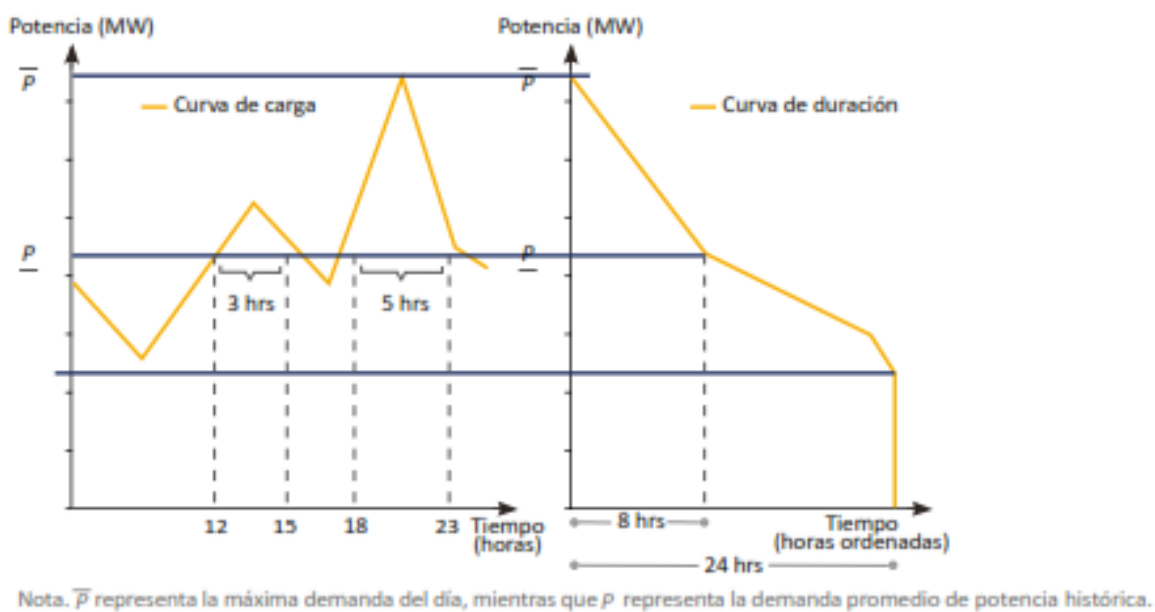


Figura 2. Diagrama de cargas y duración.

Fuente: GPAE- (OSINERGMIN, 2016).

1.3.3 Oferta Eléctrica.

“El consumo eléctrico que genera una bombilla permite la activación de la cadena de suministro eléctrico los cuales son activados por parte de un operador central, quien es el responsable de las coordinaciones de las diversas actividades, para la satisfacción de requerimientos de consumo de energía. El sistema eléctrico consta de tres grandes etapas, generación, transmisión y distribución” (OSINERGMIN, 2016)

“La generación eléctrica tiene en su principal función la de transformar diferentes energías en energía eléctrica. El traslado de esta energía desde los centros de generación hasta los lugares de consumo como las ciudades se les conoce como transmisión, la distribución de la electricidad dentro de los centros de consumo es responsabilidad de las empresas distribuidoras quienes se encuentran concesionados” (OSINERGMIN, 2016)

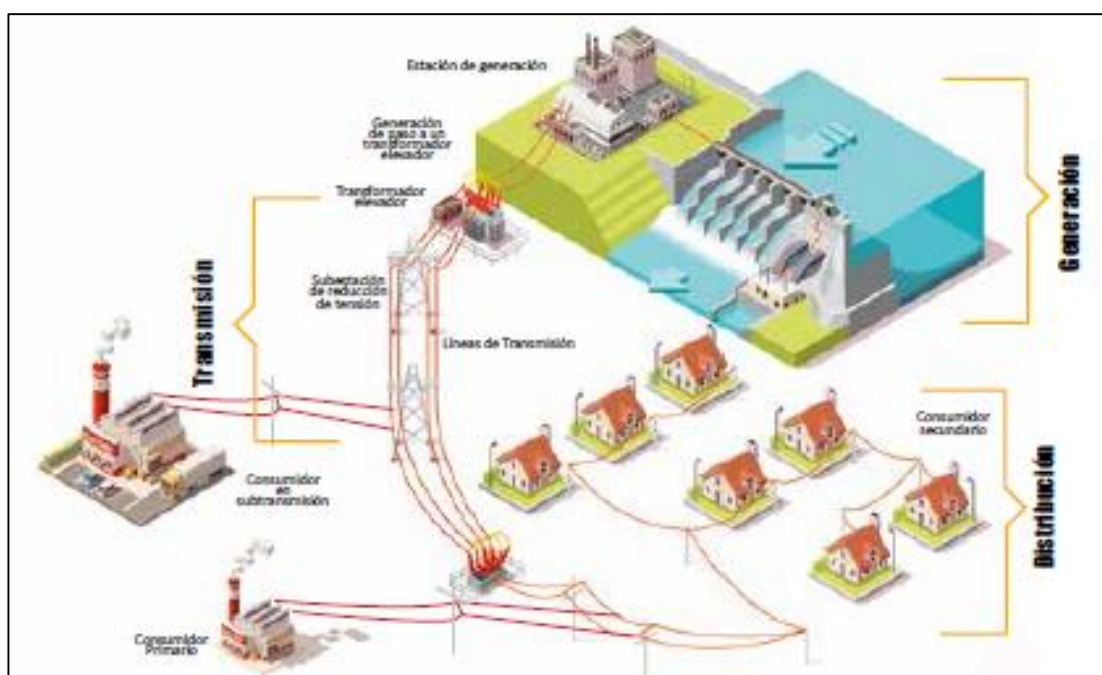


Figura 3. Cadena de Valor de la electricidad.

Fuente: GPAE- (OSINERGMIN, 2016).

1.3.4 Sistema Eléctrico.

“Es el conjunto de elementos por los cuales se puede realizar la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica” (OSINERGMIN, 2016, pág. 33)

1.3.5 Las Energías Renovables.

“Es aquella energía que proviene de una fuente natural, además de tener una muy larga duración en el tiempo, entre estas tenemos el viento, sol, marea, ríos, lagos, etc.” (OSINERGMIN, 2016)



Figura 4. Principales Fuentes de energía renovable.

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) - (Nieves & Aristizabal, 2014)

1.3.6 Energía Solar.

“Se le conoce también como energía radiante, es hecha en el sol como resultados de fisiones nucleares, llegan al planeta tierra en forma de fotones (luz) las cuales interactúan con la superficie terrestres” (Orbegozo & Arivilca, 2010a, pág. 132)

“Sin el sol en la Tierra no hubiera vida. La temperatura sería demasiado baja no pudiendo desarrollar vida alguna ni vegetal ni animal, el sol es una fuente de generación de energía. Los combustibles son producto de plantas y animales muy antiguos que fueron comprimidos por mucho tiempo hasta transformarse en combustible. La energía hidráulica y eólica son generados por el sol, en el caso de la madera que se usa como combustible, no sería posible obtenerla sin el sol que permitió el crecimiento de los árboles” (Orbegozo & Arivilca, 2010a, pág. 132)

1.3.7 El Efecto Fotovoltaico.

“El material de una celda fotovoltaica es el silicio u otro que cumpla las condiciones de ser semiconductor, este material tiene la capacidad de absorber los fotones del sol, este fotón que se absorbe libera un electrón en la celda; al estar conectados ambos

lados del electrón por un conductor se genera la corriente eléctrica” (Orbegozo & Arivilca, 2010a).

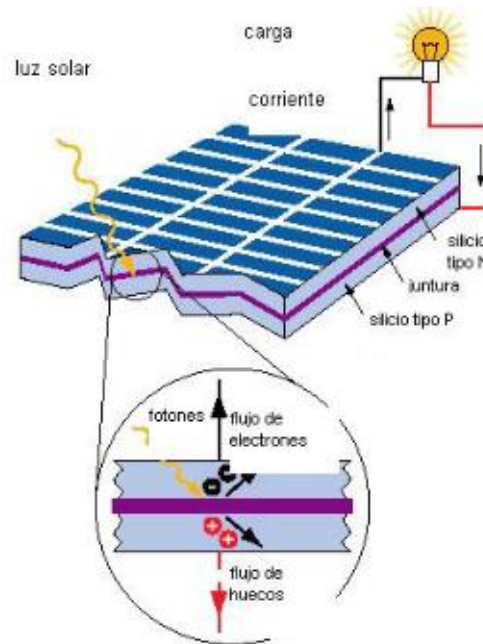


Figura 5. Esquema del Efecto Fotovoltaico.

“Los costos de los sistemas de generación se pueden reducir en función de la eficiencia de los costos de los sistemas fotovoltaicos, hay que tomar en cuenta que la fabricación de los paneles solares es considerada como uno de los más caros del mundo. La tabla 1 muestra un panorama de las eficiencias alcanzadas en diversos tipos de celdas” (Orbegozo & Arivilca, 2010a, pág. 211)

Tabla. 1. Eficiencia Alcanzadas en diversos tipos de celdas solares.

Tecnología	Símbolo	Características	Eficiencia de celdas en laboratorio(%)	Eficiencia típica en módulos comerciales (%)
Silicio monocristalino	sc - Si	tipo oblea	24	(13-15)
Silicio policristalino	mc - Si	tipo oblea	19	(12-14)
Películas de silicio cristalino cobre cerámica	f - Si	tipo oblea	17	(8-11)
Película de silicio cristalino sobre vidrio		película delgada	9	
Silicio amorfo (incluye tandems silicio - germanio)	a - Si	película delgada	13	(6-9)
Diseleniuro de cobre - indio / galios	CIGS	película delgada	18	(8-11)
Telurio de cadmio	CdTe	película delgada	18	(7-10)
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO ₂ sensibles a la humedad)		película delgada	11	
Celdas tandem de alta eficiencia	III - V	tipo oblea y película delgada	30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III - V	tipo oblea y película delgada	33 (tandem) 28 (solo)	

Fuente: (Orbegozo & Arivilca, 2010a).

1.3.8 Sistemas Fotovoltaicos Aislados.

Un sistema fotovoltaico aislado o autónomo hablamos de un sistema auto abastecedor, puesto que explota la irradiación del sol para crear la energía eléctrica elemental en el suministro de una instalación. La funcionalidad elemental de transformar la radiación del sol en electricidad la ejecuta el módulo fotovoltaico. La corriente producida por el módulo fotovoltaico es corriente continua a un voltaje que por lo general es de 12V (Voltios), en relación de la configuración del sistema puede ser de 24V ó 48V. La energía eléctrica producida se almacena en baterías, para que logre ser usada cualquier ocasión, y no sólo en el momento que es utilizable la radiación del sol. Esta acumulación de energía debe estar dimensionada de manera que el sistema siga funcionando inclusive en periodos largos de mal tiempo y cuando la radiación del sol sea baja (por ejemplo, cuando sea un día nublado). Así mismo se afirma un suministro básicamente continuo de energía. El regulador de carga es el ingrediente responsable de vigilar el buen desempeño del sistema evadiendo la sobrecarga y descarga de la batería, ofreciendo alarmas visuales en caso de fallas del sistema. De esta forma se asegura la utilización eficaz y se extiende su historia servible. Esta clase de instalaciones son muy servibles para abastecer sitios de complicado ingreso a donde llevar un punto de conexión de la Red Eléctrica resulta

bastante caro. Caso de existir grupos electrógenos aceptan hacer mejor el nivel de vida al achicar o remover los ruidos, olores a combustibles y mantenimientos costosos. (Pareja Aparicio, 2010, pág. 56).

1.3.9 Componentes de un Sistema Fotovoltaico Aislado.

Los componentes del sistema fotovoltaico aislado, son los que se enuncian a continuación:

- Módulos fotovoltaicos.
- Regulador de carga
- Batería o acumulador
- Convertidor.

1.4 Formulación del Problema

¿Es factible diseñar el sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica al caserío Sundia en el distrito de Bolívar, departamento de La Libertad?

1.5 Justificación del Estudio.

1.5.1 Técnica.

Este proyecto es importante porque nos permitirá desarrollar la tecnología de acuerdo a la realidad de la zona, la cual va a permitir el acceso a la energía eléctrica a dicha población con la posibilidad de desarrollar la comunicación, mejorar la conservación de alimentos y el mecanizado de algunos procesos y desarrollo de la industria local.

1.5.2 Económica

La investigación es muy importante ya que va a permitir que la población del caserío al tener acceso a la electricidad ampliaría sus horas productivas, ya que puede realizar actividades durante la noche que no venía realizando actualmente, además la posibilidad de desarrollar pequeñas industrias como talleres mecánicos, aserraderos, etc. Todos esto mejorará los ingresos económicos.

1.5.3 Social

Esta investigación con un impacto social positivo ya que nos va a permitir mejorar la calidad de vida en el caserío Sundia, mejorará su seguridad durante las noches, los

niños de edad escolar podrán realizar algunas actividades durante la noche, podrán usar diversos electrodomésticos como radio y televisión con lo cual estarán mejor informados entre otros beneficios.

1.5.4 Ambiental.

El impacto ambiental de esta investigación es positivo debido a que se podrá generar electricidad con el uso de energías renovables sin generar contaminación al medio ambiente, además con el uso de la electricidad para la conservación de los alimentos disminuirá la cantidad de alimentos que se descomponen lo cual también tiene un impacto ambiental positivo.

1.6 Hipótesis.

Si es factible diseñar un sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica al caserío de Sundia, distrito de Bolívar, departamento de La Libertad.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de generación fotovoltaica para abastecer energía eléctrica al caserío Sundia en el distrito de Bolívar – La Libertad.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- Calcular la demanda máxima del caserío Sundia en el distrito de Bolívar – La Libertad.
- Realizar las mediciones de los valores de radiación solar en la zona del proyecto para calcular la potencialidad solar fotovoltaico.
- Calcular los diferentes elementos electromecánicos del sistema de generación fotovoltaico que abastecerá de energía eléctrica al caserío Sundia en la provincia de Bolívar.
- Evaluar económicamente el sistema de generación eléctrica con indicadores como el TIR y VAN.

II MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación.

No Experimental

La investigación que presento se puede clasificar como no experimental, tomando en cuenta que las mediciones de las variables se van a realizar con el uso de la técnica de la observación de los fenómenos en su realidad para luego realizar el análisis correspondiente.

Esta investigación inicia tomando los valores de la radiación solar en la zona de estudio del proyecto, además de calcular la máxima demanda de energía que va a requerir el caserío Sundia, a partir de allí se realizarán los cálculos electromecánicos correspondientes para dimensionar el sistema de generación.

Descriptiva

Se puede decir que esta investigación es de tipo descriptiva ya que el problema de estudio se va a observar tal como se presenta en la naturaleza sin manipulación alguna o intervención del investigador.

Estudio	T1
M1	O1
M2	O2

Dónde:

M1 y M2 son muestras

O1 y O2 son observaciones

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variable Independiente

Sistema de generación fotovoltaico

2.2.2 Variable Dependiente.

Energía Generada para abastecer al caserío Sundia.

2.2.3 Operacionalización de las Variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente. Sistema de Generación Fotovoltaico	“Conjunto de equipos que transforma la radiación solar para satisfacer la demanda de energía eléctrica a una instalación” (Pareja Aparicio, 2010, pág. 45).	Este sistema permite la generación de energía solar a través del aprovechamiento de la radiación solar para abastecer energía eléctrica al caserío de Sundia	Máxima demanda de Energía Energía	KWh KW
Variable Dependiente. Energía que abastece al caserío Sundia	Es la energía eléctrica producida a raíz de una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, a través de un intercambio de electrones	Suministro de energía eléctrica que abastece al caserío Sundia	Energía Voltaje Amperaje	KW V A

2.3 Población y Muestra.

2.3.1 Población.

Cantidad de energía consumida por el caserío Sundia

2.3.2 Muestra.

Consumo energético del caserío Sundia

2.4 Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

TÉCNICAS	USO	INSTRUMENTOS
Observación	Llevar un registro de los consumos energéticos actuales en el caserío Sundia Llevar un registro de la radiación solar en el área de influencia del proyecto en el caserío Sundia.	Ficha de consumo de energía Ficha de radiación solar
Revisión Documentaria	Revisión de diversos datos en documentos y fuentes confiables, para el diseño del sistema.	Ficha de revisión documentaria

2.4.1 Técnicas de Recolección de Datos

Se utilizarán las siguientes técnicas:

Observación.

Con el uso de esta técnica se podrá determinar los diferentes parámetros necesarios para realizar los cálculos y diseño del sistema de generación fotovoltaico, uno de los parámetros es calcular la máxima demanda en el caserío Sundia, calcular el diagrama de carga diario y el nivel de radiación solar en la zona del proyecto.

Revisión documentaria

La búsqueda de los diversos parámetros de diseño, además de las normativas, elementos estándar, rodamientos, etc., será realizado con la aplicación de esta técnica en el desarrollo de esta investigación.

2.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos.

Ficha de Registro de radiación.

La ficha de registro de radiación, nos va a permitir llevar un registro de los diversos valores de radiación solar que hay en la zona de influencia a diferentes horas de los días, esto permitió el cálculo del potencial solar fotovoltaico; estos instrumentos permiten el registro de diversos datos como el nombre de la persona que ha realizado las mediciones, la fecha en que fueron realizadas además de la hora del día en que fueron realizadas estas mediciones y su correspondiente registro. Este documento está firmado por dicha persona.

Ficha de Registro de Consumo de Energía

Este instrumento permite realizar el registro de los consumos energéticos en el caserío Sundia, expresado como el consumo de velas, combustibles, pilas, baterías y otras fuentes de energía que utilicen. La ficha tiene tres partes, e la primera se detalla la ubicación del lugar donde se va a realizar el levantamiento del consumo energético, los datos generales del evaluador y en la parte final el detalle de los registros de consumos energéticos.

Ficha de Revisión Documentaria

Este instrumento permite el registro de la búsqueda bibliográfica que se realizó para el desarrollo de esta investigación, dentro de los documentos consultados son normas vigentes, manuales de elementos estandarizados, fichas técnicas diversas.

2.4.3 Validez

Los instrumentos de esta investigación han sido validados por profesionales especialistas en este tipo de investigación, los cuales debe ser de la especialidad de ingeniería mecánica eléctrica, además fue validado por parte de la empresa a través de una persona responsable quien firmó la veracidad de la información, además se determinó los parámetros de funcionamiento.

2.4.4 Confiabilidad.

La validación de los instrumentos por parte de profesionales de la especialidad con lo cual se garantizó la confiabilidad de los datos de esta investigación, en caso de

necesitar realizar alguna modificación a los instrumentos, se dará prioridad. Esta investigación tiene la firmeza y la seguridad de que los datos y resultados obtenidos son veraces.

2.5 Métodos de Análisis de Datos.

El análisis de los datos necesarios para esta investigación como consumo energético y radiación solar se usó estadística descriptiva aplicando variables de estudio, además de la tabulación de los datos donde se pudo evaluar coincidencia.

2.6 Aspectos Éticos.

En esta investigación respetó la propiedad intelectual, también el manejo de los datos con alto grado de confiabilidad, así como también los resultados mostrados son veraces, podemos decir también que no hay impacto negativo para la sociedad con el diseño de este sistema fotovoltaico solar, la sociedad está siendo beneficiada.

III RESULTADOS

3.1 Calcular la máxima demanda del caserío Sundia en el distrito de Bolívar – La Libertad.

Para realizar el cálculo de la máxima demanda se estableció de acuerdo a las bases de normativa peruana donde se establece que para localidades del sector rural con tipo de configuración urbana definida, donde se puede apreciar plaza o calles se asigna como localidad tipo II (DGE - MEN, 2003, pág. 2). Con lo que se asignan 600 W por cada lote.

Así se determinaron por medio de observación directa una cantidad de 34 lotes existentes.

Tabla. 2. Lotes que componen el caserío Sándia.

Nº CASA	ESTE	NORTE	COTA	PROPIETARIO
C1	862650.0964	9182520.3303	2990	LOZANO GALVEZ, Rube
C2	862678.4045	9182543.7465	2996	ULLILEN LOZANO, Omar Nilo
C3	862709.0422	9182501.7262	3000	INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA
C4	862701.9828	9182517.6823	3004	ECHEVERRIA VACA, Nativo
C5	862736.4547	9182534.1362	3010	RAMOS ULLILEN, Ramiro
C6	862746.0248	9182540.9423	3010	RAMOS ULLILEN, Rosibelth
C7	862719.9099	9182534.7844	3008	ULLILEN DIAZ, Melecio
C8	862743.1367	9182552.6434	3008	LUCINDA LOZANO GALVEZ, María Lucinda
C9	862752.2202	9182558.8013	3008	ULLILEN LOZANO, Lenin
C10	862765.3587	9182528.1739	3014	ULLILEN FLORINDEZ, Jerónima
C11	862846.8217	9182469.3051	3050	FLORINDEZ RAMOS, Juliana
C12	862862.7726	9182490.1990	3050	ULLILEN ECHEVERRIA, Reinaldo
C13	862794.1954	9182516.9017	3020	TORRES ECHEVERRIA, Domidel
C14	862792.2714	9182523.8901	3020	TORRES ECHEVERRIA, Domidel
C15	862808.5623	9182534.9419	3022	CARDENAS ECHEVERRIA, Benjamín
C16	862801.0800	9182539.5877	3015	ECHEVERRIA LUCANO, Maruja
C17	862803.2322	9182570.1846	3016	PUITIZA LUCANO, Gumersindo
C18	862787.5362	9182564.0529	3008	CENTRO EDUCATIVO INICIAL
C19	862797.4404	9182577.2978	3008	FLORINDEZ RAMOS, David
C20	862785.8204	9182626.5165	3000	INSTITUCION EDUCATIVO SECUNDARIO
C21	862776.2422	9182633.2969	3000	ECHEVERRIA LUCANO, Dora
C22	862739.2889	9182580.0021	3004	IGLECIA CATOLICA
C23	862680.6539	9182564.2417	2096	CASA COMUNAL
C23	862728.2896	9182600.6954	3002	CRUZATE ECHEVERRIA, Noemí
C24	862726.6144	9182604.5760	3000	ULLILEN DIAZ, Rogelio
C25	862730.9505	9182606.5179	3000	RUIZ CARRION, Magdalena
C26	862690.1471	9182646.3472	2990	ULLILEN DIAZ, Nicodemos
C27	862701.3603	9182640.2052	2992	RUIZ CARRION, Juana
C28	862742.8659	9182656.8794	2994	ULLILE DIAZ, Carlos
C29	862759.7556	9182623.3049	3000	ULLILEN DIAZ, Carlos
C30	862832.1396	9182682.8207	3000	ULLILEN LOZANO, Narciso
C31	862849.2689	9182679.0910	3010	ULLILEN ECHEVERRIA, Eduardo
C32	862923.5723	9182645.6033	3034	FLORINDEZ GARRO, Elmer
C33	862954.5368	9182610.0609	3050	FLORINDEZ RAMOS, Paulino
C34	862940.9265	9182675.3476	3040	CHIGUAMAN TORREJON, Melanio

Fuente: Elaboración Propia.

De los cuales cinco de ellos son edificaciones para el uso comunitario lo que hace que 30 de ellos sean casas habitadas.

Una central fotovoltaica según la normativa peruana debe considerarse para una proyección de 20 años, por lo tanto, debe proyectarse el aumento de viviendas, para determinar el aumento viviendas se deben considerar dos indicadores demográficos, el primero es la cantidad de pobladores por vivienda, los habitantes por casa también se registraron teniendo un promedio de 4.77 personas por lotes.

Tabla. 3. Habitantes por lotes.

Casa	Propietario	Habitantes
1	LOZANO GALVEZ, Rube	6
2	ULLILEN LOZANO, Omar Nilo	5
3	ECHEVERRIA VACA, Nativo	4
4	RAMOS ULLILEN, Ramiro	6
5	RAMOS ULLILEN, Rosibelth	6
6	ULILEN DIAZ, Melecio	5
7	LUCINDA LOZANO GALVEZ, María Lucinda	5
8	ULLILEN LOZANO, Lenin	6
9	ULLILEN FLORINDEZ, Jerónima	5
10	FLORINDEZ RAMOS, Juliana	4
11	ULLILEN ECHEVERRIA, Reinaldo	5
12	TORRES ECHEVERRIA, Domidel	4
13	TORRES ECHEVERRIA, Domidel	4
14	CARDENAS ECHEVERRIA, Benjamín	5
15	ECHEVERRIA LUCANO, Maruja	6
16	PUTIZA LUCANO, Gumersindo	4
17	FLORINDEZ RAMOS, David	5
18	ECHEVERRIA LUCANO, Dora	5
19	CRUZATE ECHEVERRIA, Noemí	4
20	ULLILEN DIAZ, Rogelio	4
21	RUIZ CARRION, Magdalena	4
22	ULLILEN DIAZ, Nicodemos	3
23	RUIZ CARRION, Juana	3
24	ULLILE DIAZ, Carlos	6
25	ULLILEN DIAZ, Carlos	3
26	ULLILEN LOZANO, Narciso	4
27	ULLILEN ECHEVERRIA, Eduardo	6
28	FLORINDEZ GARRO, Elmer	6
29	FLORINDEZ RAMOS, Paulino	5
30	CHIGUAMAN TORREJON, Melanio	4

Fuente: Elaboración Propia.

Se tomará un promedio de cinco habitantes por lote debido a que no se puede fraccionar una persona. Así considerando el crecimiento poblacional se podrá determinar cuántos lotes habrá para una proyección de 20 años. El crecimiento poblacional, toma de los registros del INEI donde se sustrae la tabla siguiente.

Tabla. 4. Tasas de crecimiento poblacional.

Departamento	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)					
	1940- 1961	1961- 1972	1972- 1981	1981- 1993	1993- 2007	2007 - 2017
La Libertad 1/	2.0	2.8	2.5	2.2	1.7	1.0

Fuente: INEI, 2017.

Considerando estos indicadores (5 habitantes por lote y 1% de crecimiento poblacional) se tendrá para el año 20.

Tabla. 5. Lotes para el año 20.

Año	Lotes	Población	Año	Lotes	Población
0	30	142	11	32	158
1	29	143	12	32	160
2	29	145	13	32	162
3	29	146	14	33	163
4	30	148	15	33	165
5	30	149	16	33	167
6	30	151	17	34	168
7	30	152	18	34	170
8	31	154	19	34	172
9	31	155	20	35	173
10	31	157			

Fuente: Elaboración Propia.

Como se indicó para cada casa se asignará una demanda de 600W por el tipo de localidad urbana que se está tipificado como tipo II según la normativa peruana. Dos referencias más que se deben considerar es que el factor de simultaneidad debe ser de 0.5 (es el factor que determina cuanto de la carga se está utilizando al mismo tiempo) y que para las cargas especiales se debe tomar como mínimo 1 kW (DGE -

MEN, 2003). Las cargas especiales son las cargas que no son lotes para vivienda sino para uso comunal en el caso de esta investigación se determinaron 5 cargas especiales, estas no variarán en el tiempo se mantendrán con la misma demanda durante toda la evaluación del sistema fotovoltaico.

Tabla. 6. Potencia proyectada para 20 años para el caserío Sundia.

Año	Lotes	Potencia por lote (W)	Potencia por Carga especial (W)	Potencia total por lotes (W)
0	30	9000	5000	14000.00
1	29	8605.20	5000.00	13605.20
2	29	8691.25	5000.00	13691.25
3	29	8778.16	5000.00	13778.16
4	30	8865.95	5000.00	13865.95
5	30	8954.61	5000.00	13954.61
6	30	9044.15	5000.00	14044.15
7	30	9134.59	5000.00	14134.59
8	31	9225.94	5000.00	14225.94
9	31	9318.20	5000.00	14318.20
10	31	9411.38	5000.00	14411.38
11	32	9505.49	5000.00	14505.49
12	32	9600.55	5000.00	14600.55
13	32	9696.55	5000.00	14696.55
14	33	9793.52	5000.00	14793.52
15	33	9891.46	5000.00	14891.46
16	33	9990.37	5000.00	14990.37
17	34	10090.27	5000.00	15090.27
18	34	10191.18	5000.00	15191.18
19	34	10293.09	5000.00	15293.09
20	35	10396.02	5000.00	15396.02

Fuente: Elaboración Propia.

Existen dos factores que se debe considerar cuando se genera energía para un sector sin ella, el primero es que deberá existir alumbrado público por lo que se debe determinar cuántas luminarias deben colocarse, las luminarias tienen un consumo 60W y no se considerara que estas aumenten progresivamente, sino se calculara la demanda para la instalación para el año 20 que es la potencia que deberá entregar el sistema fotovoltaico. El otro factor que debe entenderse es la perdida ya que solo se

permite una pérdida del 5% de potencia esta deberá generarse para que no afecte durante la distribución de energía.

Calculando la cantidad de luminarias se tendrá que realizar por medio de lo indicado en la normativa vigente se calcula el CMAP y con este la cantidad de punto de iluminación.

$$CMAP = KALP \cdot NU \quad \text{y} \quad PI = \frac{1000 \cdot CMAP}{NHMAP \cdot PPL}$$

Dónde:

CMAP : Consumo mensual de alumbrado público en kWh

KALP : Factor de AP en kWh/usuario-mes

UN : Número de Usuarios de la localidad

PI : Puntos de iluminación

NHMAP : Número de horas mensuales del servicio de alumbrado publico

PPL : Potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado publico

Tabla. 7. Cantidad de luminarias para el año 20 en el caserío Sundia.

PI	3.89	Unidades
CMAP	114.36	kWh
KALP	3.3	kWh/usuario-mes
NU	34.65	Lotes
NHMAP	360	h/mes
PPL	81.6	W

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando esta cantidad de luminarias como número entero se tendrá un requerimiento de 4 luminarias para el año 20, y considerando el 5% de pérdida de potencia en la distribución la demanda que deberá entregar el sistema fotovoltaico será de:

Tabla. 8. Aumento progresivo de la demanda para el año 20 del Caserío Sundia.

Año	Lotes	Potencia total por lotes (W)	Potencia por luminaria (W)	Perdida de Potencia (5%)	Potencia total (w)
0	30	14000.00	240.00	712.00	9952.00
1	29	13605.20	240.00	442.26	9287.46
2	29	13691.25	240.00	446.56	9377.81
3	29	13778.16	240.00	450.91	9469.07
4	30	13865.95	240.00	455.30	9561.24
5	30	13954.61	240.00	459.73	9654.34
6	30	14044.15	240.00	464.21	9748.36
7	30	14134.59	240.00	468.73	9843.32
8	31	14225.94	240.00	473.30	9939.24
9	31	14318.20	240.00	477.91	10036.11
10	31	14411.38	240.00	482.57	10133.95
11	32	14505.49	240.00	487.27	10232.77
12	32	14600.55	240.00	492.03	10332.58
13	32	14696.55	240.00	496.83	10433.38
14	33	14793.52	240.00	501.68	10535.20
15	33	14891.46	240.00	506.57	10638.03
16	33	14990.37	240.00	511.52	10741.89
17	34	15090.27	240.00	516.51	10846.79
18	34	15191.18	240.00	521.56	10952.74
19	34	15293.09	240.00	526.65	11059.74
20	35	15396.02	240.00	531.80	11167.82

Fuente: Elaboración Propia.

Para poder dimensionar el sistema fotovoltaico no solo es necesario determinar la demanda del caserío sino también su consumo de energía para el consumo de abonados domestico se referenciará al indicador desarrollado por la concesionaria para el consumo de abonado en sector rural que es de 20 kWh/mes y 40 kWh/mes para cargas especiales, el consumo de energía de las luminarias se determinó según el CMAP siendo de 114.36 kWh/mes.

Las pérdidas por energía para distribución son del 7% según la norma técnica de calidad de servicios eléctricos para sector rural teniendo así un consumo progresivo hasta el año 20 como se detalla.

Tabla. 9. Consumo mensual de energía proyectado para el año 20 del caserío Sundia.

Año	Lotes	Energía por lotes (kWh)	Energía para cargas espaciales (kWh)	Energía por luminaria (kWh)	Perdida de Energía (7%)	Energía total (kWh)
0	27	540.00	200.00	114.36	0.060	854.42
1	28	552.40	200.00	114.36	0.047	866.81
2	28	565.09	200.00	114.36	0.048	879.50
3	29	578.07	200.00	114.36	0.048	892.48
4	30	591.35	200.00	114.36	0.049	905.75
5	30	604.93	200.00	114.36	0.050	919.34
6	31	618.83	200.00	114.36	0.051	933.23
7	32	633.04	200.00	114.36	0.052	947.45
8	32	647.58	200.00	114.36	0.053	961.99
9	33	662.46	200.00	114.36	0.054	976.87
10	34	677.67	200.00	114.36	0.055	992.08
11	35	693.24	200.00	114.36	0.057	1007.65
12	35	709.16	200.00	114.36	0.058	1023.57
13	36	725.45	200.00	114.36	0.059	1039.86
14	37	742.11	200.00	114.36	0.060	1056.53
15	38	759.16	200.00	114.36	0.061	1073.57
16	39	776.59	200.00	114.36	0.062	1091.01
17	40	794.43	200.00	114.36	0.064	1108.85
18	41	812.68	200.00	114.36	0.065	1127.10
19	42	831.35	200.00	114.36	0.066	1145.77
20	43	850.44	200.00	114.36	0.068	1164.87

Fuente: Elaboración Propia.

3.2 Calcular los diferentes elementos electromecánicos del sistema de generación fotovoltaico que abastecerá de energía eléctrica al caserío Sundia en el distrito de Bolívar.

3.2.1 Cálculo de horas pico solares

Para el cálculo de las horas pico solares que según la teoría es las horas que el panel fotovoltaico podrá otorgar su potencia pico. Se determina mediante la división de la radiación solar mínima en la zona y la irradiancia a la cual se producen los paneles solares (1000W/m²). La radiación solar se recogió del banco de datos de la NASA según las coordenadas del caserío teniendo.

Tabla. 10. Radiación promedio en el caserío Sundia.

MES	RADIACIÓN (kWh/m ²)
ENERO	4.08
FEBRERO	3.09
MARZO	2.03
ABRIL	1.15
MAYO	0.52
JUNIO	0.22
JULIO	0.28
AGOSTO	0.92
SETIEMBRE	1.62
OCTUBRE	2.86
NOVIEMBRE	3.76
DICIEMBRE	4.61

Fuente: Elaboración Propia.

Las horas pico solares se determinan mediante:

$$HPS = \frac{R}{I}$$

Dónde:

HPS : Horas solar pico
R : Radiación
I : Irradiancia estándar

Dónde:

Tabla. 11. Horas pico solares para el caserío Sundia.

HPS	0.22	h
R	216.67	Wh/m2
I	1000	W/m2

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.2 Selección del controlador - inversor

Durante el procedimiento normal para dimensionamiento de una central se debería establecer en primer requisito la dimensión del campo solar y del banco de baterías, pero debido a la variedad de equipos y la potencia que se debe tener que suministrar el voltaje del sistema dependerá del inversor ya que a partir de 5 KW de potencia los inversores de mejor factibilidad son de tecnología MPPT y sus voltajes de trabajo está entre 500 – 800 V. La consideración para su selección es aumentar un factor de diseño del 1.25 (Cantos Serrano, 2016)

Tabla. 12. Potencia de salida del inversor.

Potencia	11.17	kW
FS	1.25	
Pot Inversor	13.96	kW

Fuente: Elaboración Propia.

El controlador - inversor que se selecciono fue el Fronius Simo 15.0-3-M el cual cuenta con una salida de 15 KW con tensión de ingreso de 200 – 1000 Voltios lo cual es conveniente por la caída de tensión.

3.2.3 Cálculo del campo solar

Para la determinación del campo solar se debe calcular la energía real que requerirá generar esta energía es la energía que requiere el caserío que se determinara como energía teórica y las pérdidas de energía que se establecen mediante un factor global del perdidas (Cantos Serrano, 2016).

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v)(1 - k_a \frac{N}{P_d})$$

Este factor se establece bajo el concepto de (Cantos Serrano, 2016).

Tabla. 13. Factores de pérdidas para cálculo de factor global de pérdidas.

Kb	Factor de pérdidas en el conjunto batería y regulador	0.1
kc	Factor de pérdidas del inversor	0.1
kv	factor de perdidas varias	0.1
ka	Coeficiente de auto descarga diaria de las baterías	0.005
N	Número de días de autonomía	3 a 10
Pd	Profundidad de descarga de las baterías	0.5

Fuente: (Cantos Serrano, 2016).

Se calcula la energía real

$$E = \frac{ET}{R}$$

Teniendo para el caserío:

Tabla. 14. Energía requerida por el caserío para el año 20.

Energía mensual	1164.87
Energía diaria	38.83

Fuente: Elaboración Propia.

Siendo esta le energía teórica se calcula la energía real para el dimensionamiento del campo solar:

Tabla. 15. Cálculo de la energía real para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

E	38.83	kWh
ET	33.03	kWh
R	0.69	

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora la configuración del campo solar será mediante conexiones de paneles en seria que formaran ramales y estas se colocaran en paralelo por lo que se definen según la configuración:

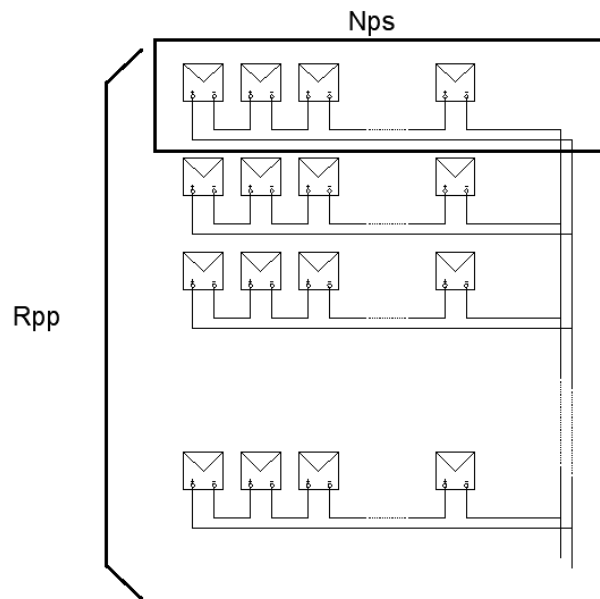


Figura 6. Configuración del arreglo de paneles.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el cálculo de la cantidad de paneles solares se deberá multiplicar los paneles en serie (Nps) que se conectarán para alcanzar el voltaje requerido por el sistema formando estas ramas de paneles solares que deberán conectarse en paralelo (Rpp).

Se determina la potencia del campo solar dependiente de las horas solares pico que existe en la zona.

$$PpC = \left(\frac{E}{HSP} \right)$$

Dónde:

PpC	:	Potencia del campo solar
HSP	:	Hora solar pico
E	:	Energía en real

Se tiene:

Tabla. 16. Cálculo de la potencia del campo solar.

PpC	179.21	kW
HSP	0.22	h
E	38.83	kWh

Fuente: Elaboración Propia.

Esta potencia debe ser cubierta por la potencia de todos los paneles que componen el campo solar, es decir los paneles en serie por las ramas en paralelo, debido a que al colocar los paneles en serie estos formaran prácticamente otro panel de mayor dimensión al cual se le está llamando rama, no podrán fraccionarse por lo que solo se tomaran enteros superiores al calculado, lo que hace que si se requieren 1.5 ramas se deberá tomar 2 así 0.5 de la rama no se utilizara y sobredimensionara el sistema aumentando el costo. Por lo que se establece una interacción entre las posibles configuraciones de paneles en serie y ramas en paralelos considerando los límites de voltaje del inversor.

Tabla. 17. Tabulación entre posibles configuraciones de N_{ps} y R_{pp} .

Panel serie	Voltaje	Ramas en paralelo	Ramas real	Potencia del campo	Error
5	200.5	96.87	97	179.45	0.24
6	240.6	80.73	81	179.82	0.61
7	280.7	69.19	70	181.3	2.09
8	320.8	60.54	61	180.56	1.35
9	360.9	53.82	54	179.82	0.61
10	401	48.44	49	181.3	2.09
11	441.1	44.03	45	183.15	3.94
12	481.2	40.36	41	182.04	2.83
13	521.3	37.26	38	182.78	3.57
14	561.4	34.60	35	181.3	2.09
15	601.5	32.29	33	183.15	3.94
16	641.6	30.27	31	183.52	4.31
17	681.7	28.49	29	182.41	3.20
18	721.8	26.91	27	179.82	0.61
19	761.9	25.49	26	182.78	3.57
20	802	24.22	25	185	5.79
21	842.1	23.06	24	186.48	7.27
22	882.2	22.02	23	187.22	8.01
23	922.3	21.06	22	187.22	8.01
24	962.4	20.18	21	186.48	7.27

Fuente: Elaboración Propia.

La primera columna muestra la cantidad de paneles en serie que podrían trabajar bajos los límites de voltaje del inversor 200 – 1000 V, conectar un panel más o menos determinaría fuera del voltaje requerido por el inversor para un correcto funcionamiento. De acuerdo a esto se establecen en la tercera columna cuantas de estas ramas en paralelo debe haber para poder generar la potencia deseada.

$$NP_P = \left(\frac{P_{pC}}{N_{ps} \cdot W_p} \right)$$

Dónde W_p es la potencia del panel, para el cálculo se seleccionó el panel más comercial debido a la cantidad que se requiere.

Debido a que no se puede fraccionar ni las ramas ni los paneles siempre se consideraran números superiores enteros por lo que se muestra en la columna “Rama Real” la cantidad de ramas que deberá colocarse si se elige esa configuración. Considerando ya estos valores reales se puede determinar la potencia del campo multiplicando la potencia del panel por la cantidad de paneles en serie y la cantidad de ramas en paralelo así determinar la potencia real del campo solar. La última columna muestra que tan alejado de la potencia requerida por el campo solar es la potencia del campo solar según la configuración requerida, para seleccionar la configuración se tomara la que menor error arroje siendo esta.

Tabla. 18. Cantidad de paneles requeridos.

Panel serie	5	Unid
Ramas real	97	Unid
Paneles Totales	485	Unid
Potencia del campo	179.45	kW

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.4 Cálculo de banco de baterías

Para el cálculo de baterías también se deberá considerar el voltaje del sistema debido a la configuración de los paneles ya se establece este voltaje como 200.5 V debido a la configuración de los paneles. La capacidad del banco de acumuladores será.

$$C_u = E \cdot N$$

Dónde:

Cu : Capacidad del sistema acumulador
E : Energía de diseño
N : Días de autonomía

Por lo que se dimensiona un banco de generadores:

Cu	116487	Wh
E	38829	Wh/día
N	3	día

Debido a que se debe considerar una profundidad de descarga a la que trabaje la batería se establece como dato aleatorio un 80% dato que se cambiaría según la evaluación económica ya que según esta descarga se tendrá los años de vida útil de la batería. Debido a esto se recalcula la capacidad del sistema acumulador teniendo la capacidad requerida (Cn)

$$C_N = \frac{C_u}{P_d}$$

Dónde:

Cn : Capacidad requerida del sistema acumulador
Cu : Capacidad del sistema acumulador
Pd : Profundidad de descarga

Se tiene:

Tabla. 19. Capacidad requerida por el campo de baterías.

Cn	145608	Wh
Cu	116487	Wh
Pd	80%	

Fuente: Elaboración Propia.

La capacidad del banco de baterías debe ser determinada Amperios Hora (Cnt_Ah) siendo esta la conversión del watt hora entre el voltaje del sistema (Vns).

Tabla. 20. Capacidad del banco en amperio hora

Cnt_Ah	726	Ah
CNT	145608	Wh
Vns	200.5	V

Fuente: Elaboración Propia.

Se seleccionó la batería Ultracell UFTG172-12V debido a su existencia en el mercado más cercano al lugar de la investigación esta tiene un voltaje de 12V y una capacidad de 172 Ah, por lo tanto, al igual que con los paneles se deberá colocar cierta cantidad de baterías en serie para lograr el voltaje del sistema.

Tabla. 21. Cantidad de baterías en serie.

NBs	16.71	unid
Vns	201	V
Vnb	12	V

Fuente: Elaboración Propia.

Donde Vnb es el voltaje de las baterías y el Vns el voltaje del sistema se deberán colocar 17 baterías en serie debido a que el dispositivo no se puede fraccionar. La cantidad de estos ramales de baterías que se deben colocar en paralelo se establece por:

$$NR_P = \frac{C_n}{C_b}$$

Dónde:

- NRp : Numero de ramas de acumuladores en paralelo
- Cn : Capacidad del sistema acumulador
- Cb : Capacidad del acumulador elegido

Tenemos:

Tabla. 22. Cantidad de ramas en paralelo de acumuladores en serie.

NRp	4.22	unid
Cn	726.23	Ah
Cb	172	Ah

Fuente: Elaboración Propia.

La cantidad total de acumuladores será la multiplicación de los acumuladores en serie y las ramas de acumuladores en serie teniendo 85 acumuladores que estarán repartidos en 17 ramas de 5 acumuladores cada una.

3.2.5 Selección del controlador

Para el cálculo del controlador se determinará por medio de parámetros del campo solar y banco de baterías.

Tabla. 23. Parámetros para selección del controlador

Paneles	Ramas	97	Unid
	Amperaje del panel	9.95	A
	Amperaje total	965.15	A
Voltaje	Baterías	201	V

Fuente: Elaboración Propia.

El controlador Victron Energy MPPT – 250/100 tiene un ingreso de voltaje para el campo solar de 250V y una salida 12/24/48 V conmutable para las baterías. Se utilizará con un voltaje de 48V para llegar al voltaje de cada rama de baterías.

Tabla. 24. Cantidad de controladores en serie por rama de batería.

Voltaje del banco de baterías	201	V
Voltaje del controlador	48	V
Cantidad de controladores	4.18	Unid

Fuente: Elaboración Propia.

Para cada rama de baterías se requerirán redondeando al entero más cercano 5 controladores, considerando la cantidad de ramas de baterías.

Tabla. 25. Cantidad de controladores.

Cantidad de ramas	5.00	Unid
Cantidad de controladores	5.00	Unid
Controladores total	25	Unid

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.6 Cálculo de cables

Para el cálculo de los cables se debe considerar las caídas de tensión más que la carga a transportar debido a que las distancias generan caídas de tensión considerables que para poder mantenerlas bajo la normativa de calidad del IDEA.

Tabla. 26. Caídas de tensión permisibles en un sistema fotovoltaico.

Sub sistema		Recomendada	Máxima
Panel	Regulador	1.0%	3.0%
Regulador	Batería	0.5%	1.0%
Batería	inversor	1.0%	1.0%

Fuente: IDEA.

Se calcula la distancia de separación entre los paneles considerando un ángulo de inclinación de 15°.

se tendrá:

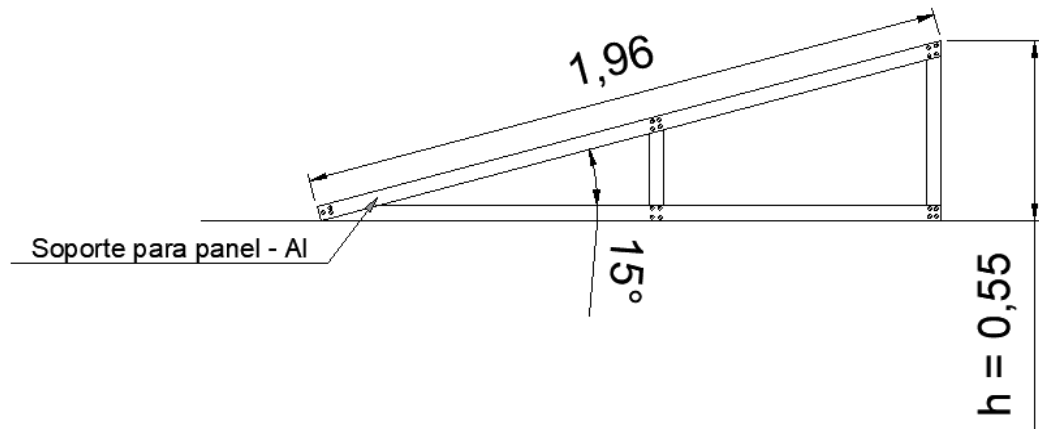


Figura 7. Medidas del panel. Fuente: Propia.

La distancia entre paneles se calcula según:

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg}(61^{\circ} - \text{latitud})}$$

Se tiene:

d	0.48	m
h	0.55	m
latitud	57	°

Teniendo la distancia entre paneles el recorrido del cable (ANEXO 02) se tomará cada hilera de configuraciones de 5 paneles en serie y se colocaran en paralelo por medio de un solo cable como se puede ver en el anexo se tienen 7 hileras de 10 arreglos en serie y 3 con 9 arreglos. Conforme se va uniendo al cable una hilera más el amperaje que pase por ese cable aumentara el doble del amperaje que otorga la configuración en serie.

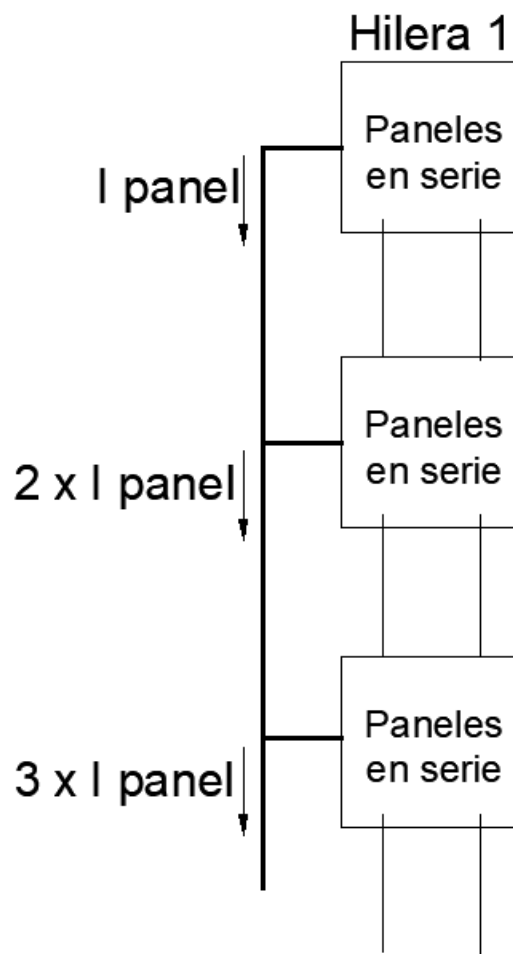


Figura. 8 Aumento de intensidad de acuerdo a los arreglos en serie que se están agregando.

La caída de tensión se determina mediante

$$V_a - V_b = \frac{2LI\rho}{S}$$

Dónde:

- | | | |
|-------------|---|---|
| $V_a - V_b$ | : | Caída de tensión en voltios |
| L | : | Longitud |
| I | : | Intensidad |
| ρ | : | Resistividad del cobre (0.00178 W mm ² /m) |

Para la caída de tensión en las hileras con 10 arreglos en serie se tendrá sin considerar el tramo horizontal se tendrá:

Tabla. 27. Caída de tensión entre configuraciones en serie pertenecientes a las primeras 7 hileras.

Tramos	L	I	S	Va-Vb
1	1.96	9.23	2.5	0.0258
2	1.96	18.46	2.5	0.0517
3	1.96	27.69	2.5	0.0775
4	1.96	36.92	2.5	0.1034
5	1.96	46.15	4.0	0.0808
6	1.96	55.38	6.0	0.0646
7	1.96	64.61	10.0	0.0452
8	1.96	73.84	10.0	0.0517
9	1.96	83.07	10.0	0.0582
10	3.55	92.30	16.0	0.0732

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla. 28. Caída de tensión entre configuraciones en serie pertenecientes a las ultimas 3 hileras.

Tramos	L	I	S	Va-Vb
1	1.96	9.23	2.5	0.0258
2	1.96	18.46	2.5	0.0517
3	1.96	27.69	2.5	0.0775
4	1.96	36.92	2.5	0.1034
5	1.96	46.15	4.0	0.0808
6	1.96	55.38	6.0	0.0646
7	1.96	64.61	10.0	0.0452
8	1.96	73.84	10.0	0.0517
9	5.51	83.07	10.0	0.1635

Fuente: Elaboración Propia.

Se calcula la caída de tensión con las distancias horizontales de acuerdo a la posición de cada hilera y se suman con la caída de tensión de las tablas 27 y 28.

Tabla. 29. Cálculo de caída de tensión para todas las hileras de acuerdo a su ubicación con respecto a los tableros de control.

Hilera	L1	I	S	Va-Vb	(Va-Vb)total
1	19.87	92.30	4.0	1.6378	3.269
2	14.86	92.30	4.0	1.2248	2.856
3	9.9	92.30	4.0	0.8160	2.447
4	4.99	92.30	4.0	0.4113	2.043
5	0	92.30	4.0	0.0000	1.631
6	0	92.30	4.0	0.0000	1.631
7	4.99	92.30	4.0	0.4113	2.043
8	9.9	73.84	4.0	0.6528	2.284
9	14.86	73.84	4.0	0.9799	2.611
10	19.87	73.84	4.0	1.3102	2.942

Fuente: Elaboración Propia.

3.3 Realizar la evaluación económica del sistema de generación eléctrica fotovoltaico a través del TIR y VAN.

3.3.1 Costos de instalación y mantenimiento

La inversión que se generara por la instalación del sistema fotovoltaico se establece según los proveedores que se consultaron para los equipos componentes de la central teniendo como inversión inicial.

Tabla. 30. Costo de materiales de central para el caserío.

Ítem	Materiales	Und.	Metrado	Precio	Parcial
1	Paneles solar	485.00	unid	S/ 1,106.25	S/ 536,531.25
2	Controlador de carga	25.00	unid	S/ 5,014.56	S/ 125,364.00
3	Inversor solar	1.00	unid	S/ 16,176.38	S/ 16,176.38
4	Baterías	85.00	unid	S/ 1,396.29	S/ 118,684.65
5	cable 2.5 mm2	156.80	m	S/ 1.20	S/ 188.16
6	cable 4 mm2	39.20	m	S/ 1.80	S/ 70.56
7	cable 6 mm2	39.20	m	S/ 2.30	S/ 90.16
8	cable 10 mm2	277.86	m	S/ 3.10	S/ 861.37
9	cable 16 mm2	109.22	m	S/ 4.10	S/ 447.80
10	Soporte	485.00	unid	S/ 8.50	S/ 4,122.50
11	tablero auto soportado	1.00	unid	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Total					S/ 804,036.83

Fuente: Elaboración Propia.

El costo de instalación se pidió por separado ya que según lo indicado por la ficha de la batería esta será cambiada cada 7 años. Por lo tanto, los gastos de instalación serán.

Tabla. 31. Costo de instalación de la central.

Ítem	Materiales	Und.	Metrado	Precio	Parcial
1	Nivelación del terreno del campo	1.00	glb	S/ 350.00	S/ 350.00
2	instalación de paneles solares	485.00	glb	S/ 35.00	S/ 16,975.00
3	Instalación de baterías	85.00	glb	S/ 12.00	S/ 1,020.00
4	instalación del tablero de distribución	1.00	unid	S/ 850.00	S/ 850.00
5	instalación de cerca perimétrica	180.00	m	S/ 350.00	S/ 63,000.00
6	instalación de loza	45.00	m2	S/ 175.00	S/ 7,875.00
Total					S/ 90,070.00

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la operación y mantenimiento solo se incluirá la disposición de dos personas una con preparación básica como técnico operativo y la otra como ayudante para el apoyo en la limpieza de las celdas solares.

Tabla. 32. Costo de personal para la operación y mantenimiento de la central.

Ítem	Personal	Und.	Metrado	Precio	Parcial
1	Técnico operativo	1	Mes	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
2	Personal mantenimiento	1	Mes	S/ 950.00	S/ 950.00

Fuente: Elaboración Propia.

El costo anual por operación y mantenimiento será de S/. 25 800.00.

3.3.2 Ingreso por venta de energía.

Considerando el pliego tarifario de Osinerming.

Tabla. 33. Pliego tarifario BT5B.

TARIFA BT5B:		TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
No Residencial	Cargo Fijo Mensual		S./mes	3.24
	Cargo por Energía Activa		ctm. S./kW.h	61.34

Fuente: Osinerming.

Se calcula de manera progresiva el consumo de energía que otorgará la central y se determina la venta de energía anual por los 20 años que tendrá de funcionamiento la central.

Tabla. 34. Ingreso por venta de energía durante el funcionamiento de la central.

Año	Energía total (kWh)		Ingreso	
	Mensual	Anual	Mensual	Anual
0	854.42	10252.99	S/ -	S/ -
1	866.81	10401.67	S/ 534.94	S/ 6,419.27
2	879.50	10553.94	S/ 542.72	S/ 6,512.67
3	892.48	10709.71	S/ 550.68	S/ 6,608.22
4	905.75	10869.06	S/ 558.83	S/ 6,705.96
5	919.34	11032.06	S/ 567.16	S/ 6,805.95
6	933.23	11198.81	S/ 575.69	S/ 6,908.23
7	947.45	11369.39	S/ 584.41	S/ 7,012.86
8	961.99	11543.89	S/ 593.32	S/ 7,119.90
9	976.87	11722.39	S/ 602.45	S/ 7,229.40
10	992.08	11905.00	S/ 611.78	S/ 7,341.41
11	1007.65	12091.80	S/ 621.33	S/ 7,455.99
12	1023.57	12282.89	S/ 631.10	S/ 7,573.20
13	1039.86	12478.37	S/ 641.09	S/ 7,693.11
14	1056.53	12678.34	S/ 651.31	S/ 7,815.77
15	1073.57	12882.90	S/ 661.77	S/ 7,941.25
16	1091.01	13092.16	S/ 672.47	S/ 8,069.61
17	1108.85	13306.23	S/ 683.41	S/ 8,200.92
18	1127.10	13525.21	S/ 694.60	S/ 8,335.24
19	1145.77	13749.23	S/ 706.05	S/ 8,472.66
20	1164.87	13978.39	S/ 717.77	S/ 8,613.22

Fuente: Elaboración Propia.

Se muestra un ingreso de venta de energía de 0 en el año cero debido a que el primer año de inversión la central no existirá.

3.3.3 Evaluación económica

Para la evaluación económica se debe establecer un contraste entre el gasto que requerirá la central fotovoltaica y el ingreso que generara está recordando que los gastos son inversión, cambio de baterías cada 7 años y el costo de operación y mantenimiento. Se tendrá de manera progresiva durante los 20 años de vida de la central.

Tabla. 35. Gasto que involucra la central fotovoltaica.

Año	Inversión	Costos de operación y mantenimiento
0	S/ 894,106.83	
1		S/ 25,800.00
2		S/ 25,800.00
3		S/ 25,800.00
4		S/ 25,800.00
5		S/ 25,800.00
6		S/ 25,800.00
7	S/ 119,704.65	S/ 25,800.00
8		S/ 25,800.00
9		S/ 25,800.00
10		S/ 25,800.00
11		S/ 25,800.00
12		S/ 25,800.00
13		S/ 25,800.00
14	S/ 119,704.65	S/ 25,800.00
15		S/ 25,800.00
16		S/ 25,800.00
17		S/ 25,800.00
18		S/ 25,800.00
19		S/ 25,800.00
20		S/ 25,800.00

Fuente: Elaboración Propia.

Realizando un balance de caja entre los gastos y el ingreso de la central de manera anual se tendrá.

Tabla. 36. Balance de caja para central fotovoltaica.

Año	Ingreso	Inversión	Costos de operación y mantenimiento	Balance de caja
	Anual			
0	S/ -	S/ 894,106.83		-S/ 894,106.83
1	S/ 6,419.27		S/ 25,800.00	-S/ 19,380.73
2	S/ 6,512.67		S/ 25,800.00	-S/ 19,287.33
3	S/ 6,608.22		S/ 25,800.00	-S/ 19,191.78
4	S/ 6,705.96		S/ 25,800.00	-S/ 19,094.04
5	S/ 6,805.95		S/ 25,800.00	-S/ 18,994.05
6	S/ 6,908.23		S/ 25,800.00	-S/ 18,891.77
7	S/ 7,012.86	S/ 119,704.65	S/ 25,800.00	-S/ 138,491.79
8	S/ 7,119.90		S/ 25,800.00	-S/ 18,680.10
9	S/ 7,229.40		S/ 25,800.00	-S/ 18,570.60
10	S/ 7,341.41		S/ 25,800.00	-S/ 18,458.59
11	S/ 7,455.99		S/ 25,800.00	-S/ 18,344.01
12	S/ 7,573.20		S/ 25,800.00	-S/ 18,226.80
13	S/ 7,693.11		S/ 25,800.00	-S/ 18,106.89
14	S/ 7,815.77	S/ 119,704.65	S/ 25,800.00	-S/ 137,688.88
15	S/ 7,941.25		S/ 25,800.00	-S/ 17,858.75
16	S/ 8,069.61		S/ 25,800.00	-S/ 17,730.39
17	S/ 8,200.92		S/ 25,800.00	-S/ 17,599.08
18	S/ 8,335.24		S/ 25,800.00	-S/ 17,464.76
19	S/ 8,472.66		S/ 25,800.00	-S/ 17,327.34
20	S/ 8,613.22		S/ 25,800.00	-S/ 17,186.78

Fuente: Elaboración Propia.

Como se aprecia el balance de caja es negativo en todos los años por lo tanto la evaluación económica no es necesaria para determinar que la inversión a precios privados es nefasta.

3.3.4 Propuesta de evaluación económica positiva

Primero la inversión inicial y la reposición de batería deberá cubrirse por alguna entidad gubernamental para darla en cesión de uso a la concesionaria de la zona o al poblado bajo responsabilidad de un comité.

Tabla. 37. Flujo de caja de sistema fotovoltaico sin considerar la inversión.

Inversión	Costos de operación y mantenimiento	Ingreso	Balance de caja
S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	S/ 25,800.00	S/ 6,419.27	-S/ 19,380.73
	S/ 25,800.00	S/ 6,512.67	-S/ 19,287.33
	S/ 25,800.00	S/ 6,608.22	-S/ 19,191.78
	S/ 25,800.00	S/ 6,705.96	-S/ 19,094.04
	S/ 25,800.00	S/ 6,805.95	-S/ 18,994.05
	S/ 25,800.00	S/ 6,908.23	-S/ 18,891.77
S/ -	S/ 25,800.00	S/ 7,012.86	-S/ 18,787.14
	S/ 25,800.00	S/ 7,119.90	-S/ 18,680.10
	S/ 25,800.00	S/ 7,229.40	-S/ 18,570.60
	S/ 25,800.00	S/ 7,341.41	-S/ 18,458.59
	S/ 25,800.00	S/ 7,455.99	-S/ 18,344.01
	S/ 25,800.00	S/ 7,573.20	-S/ 18,226.80
	S/ 25,800.00	S/ 7,693.11	-S/ 18,106.89
S/ -	S/ 25,800.00	S/ 7,815.77	-S/ 17,984.23
	S/ 25,800.00	S/ 7,941.25	-S/ 17,858.75
	S/ 25,800.00	S/ 8,069.61	-S/ 17,730.39
	S/ 25,800.00	S/ 8,200.92	-S/ 17,599.08
	S/ 25,800.00	S/ 8,335.24	-S/ 17,464.76
	S/ 25,800.00	S/ 8,472.66	-S/ 17,327.34
	S/ 25,800.00	S/ 8,613.22	-S/ 17,186.78

Fuente: Elaboración Propia.

La evaluación económica aun será negativa debido a que el costo de venta de energía no es mayor al costo de operación y mantenimiento. Por lo tanto, si se considera una capacitación a los pobladores para que ellos mismo realicen la operación y mantenimiento, el costo de la inversión que deberá asumir el ente gubernamental no será el 100% de la inversión sino el 96% de la inversión inicial y del cambio de las baterías así se tendrá.

Tabla. 38. Flujo de caja con el 96% de inversión y sin costo de operación y mantenimiento.

Inversión	Costos de operación y mantenimiento	Ingreso	Balance de caja
S/ 35,764.27	S/ -	S/ -	-S/ 35,764.27
	S/ -	S/ 6,419.27	S/ 6,419.27
	S/ -	S/ 6,512.67	S/ 6,512.67
	S/ -	S/ 6,608.22	S/ 6,608.22
	S/ -	S/ 6,705.96	S/ 6,705.96
	S/ -	S/ 6,805.95	S/ 6,805.95
	S/ -	S/ 6,908.23	S/ 6,908.23
S/ 4,788.19	S/ -	S/ 7,012.86	S/ 7,012.86
	S/ -	S/ 7,119.90	S/ 7,119.90
	S/ -	S/ 7,229.40	S/ 7,229.40
	S/ -	S/ 7,341.41	S/ 7,341.41
	S/ -	S/ 7,455.99	S/ 7,455.99
	S/ -	S/ 7,573.20	S/ 7,573.20
	S/ -	S/ 7,693.11	S/ 7,693.11
S/ 4,788.19	S/ -	S/ 7,815.77	S/ 7,815.77
	S/ -	S/ 7,941.25	S/ 7,941.25
	S/ -	S/ 8,069.61	S/ 8,069.61
	S/ -	S/ 8,200.92	S/ 8,200.92
	S/ -	S/ 8,335.24	S/ 8,335.24
	S/ -	S/ 8,472.66	S/ 8,472.66
	S/ -	S/ 8,613.22	S/ 8,613.22

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando estas peculiaridades los evaluadores económicos serán rentables a una tasa de interés del 12% teniendo:

Tabla. 39. Evaluadores económicos.

VAN	S/16,876.56
TIR	19%

Fuente: Elaboración Propia.

IV DISCUSIÓN

La investigación gira en torno de la problemática del caserío Sundia el cual no cuenta con suministro eléctrico, la investigación plantea la generación de energía fotovoltaica direccionado a abastecer el suministro eléctrico de todo el caserío, para esto se determinó en primer lugar la tipología según la normativa peruana del caserío determinándose como una localidad tipo II, a la cual se le asigna una demanda por lote de 600W y para cargas especiales entre las que se encuentran el centro de salud, la capilla, dos centros educativos y una casa comunal se les asigno una demanda de 1000 W.

De acuerdo a los registros de las concesionarias se establecen los consumos mensuales para un lote utilizado como vivienda y una carga especial así se estableció el consumo de energía del caserío, debido a que la normativa requiere que una central fotovoltaica tenga como mínimo 20 años de duración se proyectó mediante los indicadores de crecimiento poblacional recogidos del INEI el aumento de población para 20 años a partir del año que se realiza el estudio.

De acuerdo a la radiación de la zona se establecen las horas pico solares que son las horas que los paneles solares podrán otorgar su potencia pico, se registró la radiación de todo el año 2018 para las coordenadas del caserío así se determinó la mínima radiación que existe en la zona durante el año, se tomó esta para el cálculo considerando que si la central puede generar la demanda de energía durante el mes con menos radiación durante los otros meses también podrá abastecer al caserío.

El procedimiento de diseño se estableció primero con la selección del inversor debido a que este determinara el voltaje del sistema, los paneles y baterías se conectaron en serie de acuerdo a la cantidad de potencia que se puede generar, debido a que los componentes no pueden fraccionarse siempre se establecen los números enteros superiores, como cantidades de componentes, así el campo solar será sobredimensionado y se seleccionó el campo solar cuyo arreglo de paneles en serie de una potencia cercana a la requerida por él. Como se fija en el artículo de Bilbao Moran y Garcia Jalon (2018) las tendencias de las potencias mundiales son para el impulso del uso de las energías renovables en esta investigación se logra influenciar sobre la aplicación de una de las energías más

abundantes en el planeta que es el aprovechamiento del recurso solar, a desinencia del artículo que se usa como antecedente que involucra el sector energético Chino aun en Perú estamos dando pequeños pasos para lograr el cambio de matriz energética, aunque se puede ver por la globalización que el ingreso de nuevas tecnologías y su avance diario establecen muchas y nuevas posibilidades para el desarrollo de generación de energía fotovoltaica.

Con diferencia al artículo de Berrino, Silva y Bucuarelli en su artículo donde establece el diseño de una planta fotovoltaica empieza discerniendo la legislación nacional para ver la dirección del uso de energía renovables después logra dimensionar la planta solar según el consumo de las particularidades de la región, en contraste con ella la investigación que se presenta también establece su cálculo al consumo de particularidades y anqué no discierne la ley que respalda los cálculos para la central esta investigación si se rige a la normativa vigente tanto en el sector rural como en generación de energía. Lo que si se concuerda es que proyectos de esta índole darán experiencia positiva para la generación de energía fotovoltaica en la región y en el país.

En total diferencia con el artículo de Rogério MossandI, Brown Manrique, y Mujica Cervantes, no se tuvo ninguna consideración con respecto al cálculo de bombeo fotovoltaico lo único comparable es en el almacenamiento de energía ya que en el caso de una central autónoma como la direccionada en el presente informe se almacena energía eléctrica en corriente directa mientras que en el bombeo solar se almacena energía potencial al subir volumen de agua a una altura establecida.

A diferencia del articulo propuesto por Poblano Ortiz, Romantchik Kriuchkova, Hahn Schlam y Betanzos Castillo donde estable que una instalacion fotovoltaica para el sector agricola es rentable debido a su plan tairfario aun habiendo redes de distribucion en la zona, en el caso que se planteno en esta investigacion se demostro que para que sea rentable se deben aportar de manera externa y no generar gastos de operación y mantenimiento. Aunque considerando el beneficio social la inversion debera realizarse por medio de un ente gubernamental eso si realizaria rentable el proyecto a nivel de costos sociales.

V CONCLUSIONES

- La máxima demanda del caserío para el año actual es de 9.952 kW y para el año 20 es de 11.17 kW. El consumo de energía para el año 0 es de 854.42 KWh y para el año 20 de 1164.87 kWh, En ambos casos se determinó la potencia y energía considerando las pérdidas por distribución que en potencia es del 5% y en energía del 7% y las cargas de iluminación calculadas para el año 20.
- Se calculó las horas pico solares para el mes más crítico que es junio con 0.22 kWh/m² con lo cual se dimensiona el campo solar que tiene 485 paneles de 370 Wp con series de cinco paneles para lograr el voltaje de 200.5 V del sistema, se determinaron 85 baterías de 172 Ah a 12 V que se enseriaran entre 17 unidades para lograr el voltaje del sistema, también se seleccionó un inversor de 15 KW de salida considerando la demanda para el año 20 y para el control e carga de las baterías se requerirá 25 unidades.
- La evaluación económica se dio para los costos e ingresos a precios privados lo que demostró que según el ingreso de energía no es factible la central fotovoltaica, pero considerando que los pobladores cubran el costo de operación y mantenimiento, además de tener que considerar que un ente gubernamental aporte el 96% de la inversión inicial y de la inversión que se debe hacer para el cambio de baterías en los años correspondientes se podrá considerar una evaluación económica positiva con un VAN de S/16,876.56 considerando una tasa de interés del 12% y un TIR del 19%.

VI RECOMENDACIONES

- Mantener un registro del crecimiento poblacional de la localidad para determinar el desfase del cálculo establecido y así poder considerar el aumento o disminución de la demanda.
- Actualizar la tecnología según el avance y alcance que se tenga de la tecnología fotovoltaica ya que el avance sobre esta clase de tecnologías es muy acelerado. Compara posibles competencias a los proveedores de la zona.
- Concretar los resultados del informe considerando el beneficio social que involucrará ya que deberá desarrollarse por medio de un ente gubernamental.

REFERENCIAS

- Aguirre Delgado, R.** (2016). *Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para suministrar agua para riego al fundo Rodríguez distrito de Oytún de la provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque*. Tesis Pregrado, Univesidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Carrera de Ingenieria Mecanica Electrica, Lambayeque.
- Berrino, C. H., Silva, L. I., & Buccuarelli, A.** (2018). CALCULO Y DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN EL MARCO DEL PROGRAMA NACIONAL DE FOMENTO PARA EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES. (A. C. Mercosur, Ed.) *Revista Pymes, Innovación y Desarrollo* , 6, 24-43.
- Bilbao Moran, A., & García-Jalón, A. A.** (2018). *EL MERCADO ENERGÉTICO Y DE RENOVABLES EL CASO SIEMENS GAMESA*. China.
- Cantos Serrano, J.** (2016). *Configuracion de instalaciones solares fotovoltaicas*. Austrias: Ediciones Parafino.
- Capra, F.** (1992). *EL PUNTO CRUCIAL*. Buenos Aires - Argentina: Troquel.
- Cata Sanchez, J. E., & Rodriguez Socola, F. M.** (2015). *Analisis Matematico de un Panel Fotovoltaico de Silicio*. Tesis Pregrado, Universidad Politecnica Salesiana, Carrera de Ingenieria Electrica, Guayaquil.
- Correa Montenegro, H. J., & Gonzales Silva, V. J.** (2018). *Diseño de un sistema fotovoltaico autonomo para la generacion de energia electrica en la institucion educativa N° 287 de la comunidad nativa Villa Gonzalo, Distrito de Rio Santiago, Provincia Condorcanque, Departamento de Amazonas*. Tesis Pregrado, Univesidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas: Escuela Profesional de Ingenieria Electronica, Lambayeque.
- De la Cruz, W. C.** (2014). *Optimizacion del sistema solar fotovoltaico para la generacion de energia electrica en viviendas aisladas altoandinas*. Tesis de Maestria, Universidad Nacional del Centro del Peru, Escuela de Postgrado, Huancayo.
- Delgado Guervara, A.** (2016). *Propuesta de Sistema Fotovoltaico para Ahorro de Energía Eléctrica de una Incubadora Avícola en la Ciudad de Chiclayo 2016*. Tesis Pregrado, Universidad Cesar Vallejos, Carrera de Ingenieria Mecanica Electrica, Chiclayo.
- DGE - MEN.** (2003). Bases para el diseño de lineas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificacion rural. *Norma DGE*. Lima.

- Giraudy Arafet , C., Massipe Cano, I., Rodríguez Rivera , R., Rodríguez Gámez, M., & Vázquez Pérez, A.** (Agosto de 2014). FACTIBILIDAD DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A RED. *Ingeniería Energética*, XXXV(2/2014), 141-148.
- Guevara Lopez, A. C.** (2016). *Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado, alimentado por un sistema fotovoltaico para el cultivo hidropónico en una planta piloto en el sector de san Vicente - Quero*. Tesis Pregrado, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería Mecánica, Riovamba.
- Hanai, T.** (2015). Solar power supplies 10 percent of Japan peak summer power: Asahi. *reuters*.
- Lago, R.** (2011). ¿CUANTA ENERGÍA NECESITAMOS? (67).
- Minotta Marin, L. F., & Villavicencio Aluma, I. C.** (2017). *Diseño de alternativas para la generación de energía eléctrica conectada a la red por medio de energía solar para el edificio Almendros de la Universidad Javeriana Cali: sistema fotovoltaico o sistema de ciclo Rankine con energía solar concentrada*. Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana Cali, Departamento de Ingeniería Industrial, Santiago de Cali.
- Morán, F. A., Facchini, M. L., & Doña, V. M.** (2010). IMPACTO DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA EN LOS NIVELES DE TENSIÓN. APLICACIÓN CASO REAL. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 14.
- Negron Llacuachaqui, F. H., & Salcedo Rosas, J. D.** (2017). *Comparación de la eficiencia de sistemas fotovoltaicos mediante seguimiento solar*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Química, Huancayo.
- Nieves, J., & Aristizabal, J.** (Octubre de 2014). Implementación de un Prototipo de Sistema Fotovoltaico Autónomo: Construcción, Caracterización y Monitoreo. *Conference Paper*, 1-7.
- optics.rog.** (2015). Another record-breaking year beckons for the US photovoltaics market as installers race to complete utility-scale projects before the end of 2016. *BUSINESS NEW*.
- Orbegozo, C., & Arivilca, R.** (2010a). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, MANUAL TÉCNICO PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS*.

- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN.** (2016). *LA INDUSTRIA DE LA ELECTRICIDAD EN EL PERÚ: 25 AÑOS DE APOORTE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PAÍS*. Magdalena del Mar, Lima.
- OSINERGMIN.** (2016). *LA INDUSTRIA DE LA ELECTRICIDAD EN EL PERÚ: 25 AÑOS DE APOORTE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PAÍS*. Magdalena del Mar, Lima.
- Pareja Aparicio, M.** (2010). *ENERGÍA SOLA FOTOVOLTAICA: CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN AISLADA*. Barcelon: Marcombo S.A.
- Peralta Vera, A. A.** (2018). *Estudio experimental de un sistema de bombeo solar fotovoltaico en corriente continua*. Tesis Pregrado, Universida Tecnologica del Peru, Facultad de Ingenieria, Arequipa.
- Poblano Ortiz, E. S., Romantchik Kriuchkova, E., Hahn Schlam, F. F., & Betanzos Castillo, F.** (16 de Mayo de 2015). COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA INVERNADEROS Y GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA RED. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 679-693.
- Rogério MossandeI, A., Brown Manrique, O., & Mujica Cervantes, A.** (Abri, Mayo, junio de 2015). RIGO POR GOTEJO CON ENERGÍA SOLAR PARA EL TOMATE EN CAVACO, BENGUELA, ANGOLA. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(2), 11-17.
- Sebastian, E.** (16 de octubre de 2019). *EliseoSebastian.com*. Recuperado el 13 de octubre de 2019, de Distancia entre paneles solares: <https://eliseosebastian.com/distancia-entre-paneles-fotovoltaicos/>
- Shaw, V.** (2019). La fotovoltaica en el mundo: China. *PV MAGAZINE*.
- Valdiviezo Salas, P. D.** (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energia electrica de 15 computadoras portatiles en la PUCP*. Tesis Pregrado, Pontificia Universidad Catolica del Peru, Carrera de Ingenieria Mecanica, Lima.

ANEXOS

Anexo N° 01: Radiación solar de la zona

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
01/01/2018	4.16	01/02/2018	3.1	01/03/2018	2.83	01/04/2018	2.33	01/05/2018	0.91	01/06/2018	0.39
02/01/2018	3.01	02/02/2018	1.99	02/03/2018	2.11	02/04/2018	2.25	02/05/2018	0.59	02/06/2018	0.3
03/01/2018	4.34	03/02/2018	3.35	03/03/2018	2.8	03/04/2018	1.18	03/05/2018	0.54	03/06/2018	0.21
04/01/2018	3.08	04/02/2018	6.17	04/03/2018	4.45	04/04/2018	2.21	04/05/2018	0.77	04/06/2018	0.42
05/01/2018	3.94	05/02/2018	3.73	05/03/2018	1.75	05/04/2018	1.19	05/05/2018	1.06	05/06/2018	0.07
06/01/2018	7.28	06/02/2018	3.38	06/03/2018	3.08	06/04/2018	1.76	06/05/2018	0.53	06/06/2018	0.37
07/01/2018	3.05	07/02/2018	3.84	07/03/2018	3.93	07/04/2018	1.8	07/05/2018	0.46	07/06/2018	0.34
08/01/2018	5.4	08/02/2018	3.38	08/03/2018	2.32	08/04/2018	0.72	08/05/2018	0.37	08/06/2018	0.16
09/01/2018	6.46	09/02/2018	2.31	09/03/2018	2.03	09/04/2018	1.1	09/05/2018	0.52	09/06/2018	0.11
10/01/2018	3.65	10/02/2018	2.01	10/03/2018	1.54	10/04/2018	1.15	10/05/2018	0.86	10/06/2018	0.27
11/01/2018	3.75	11/02/2018	3.85	11/03/2018	1.89	11/04/2018	1.65	11/05/2018	0.73	11/06/2018	0.09
12/01/2018	2.96	12/02/2018	2.67	12/03/2018	1.8	12/04/2018	1.98	12/05/2018	0.6	12/06/2018	0.3
13/01/2018	3.99	13/02/2018	6.08	13/03/2018	0.87	13/04/2018	1.31	13/05/2018	0.56	13/06/2018	0.17
14/01/2018	3.32	14/02/2018	1.66	14/03/2018	2.61	14/04/2018	1.75	14/05/2018	0.7	14/06/2018	0.15
15/01/2018	2.38	15/02/2018	4.19	15/03/2018	2.93	15/04/2018	0.62	15/05/2018	0.69	15/06/2018	0.16
16/01/2018	3.42	16/02/2018	2.33	16/03/2018	1.22	16/04/2018	1.07	16/05/2018	0.33	16/06/2018	0.06
17/01/2018	2.3	17/02/2018	5.09	17/03/2018	2.38	17/04/2018	1.54	17/05/2018	0.56	17/06/2018	0.08
18/01/2018	4.3	18/02/2018	1.57	18/03/2018	1.21	18/04/2018	0.61	18/05/2018	0.28	18/06/2018	0.11
19/01/2018	4.02	19/02/2018	3.15	19/03/2018	2.88	19/04/2018	1.33	19/05/2018	0.36	19/06/2018	0.15
20/01/2018	3.1	20/02/2018	3.63	20/03/2018	3.32	20/04/2018	0.66	20/05/2018	0.56	20/06/2018	0.21
21/01/2018	5.31	21/02/2018	3.42	21/03/2018	1.35	21/04/2018	0.86	21/05/2018	0.55	21/06/2018	0.21
22/01/2018	5.6	22/02/2018	2.1	22/03/2018	1.06	22/04/2018	1.03	22/05/2018	0.51	22/06/2018	
23/01/2018	5.06	23/02/2018	3.37	23/03/2018	1.33	23/04/2018	1.02	23/05/2018	0.23	23/06/2018	0.21
24/01/2018	2.96	24/02/2018	2.41	24/03/2018	1.88	24/04/2018	0.2	24/05/2018	0.14	24/06/2018	0.23
25/01/2018	7.05	25/02/2018	1.5	25/03/2018	1.44	25/04/2018	0.51	25/05/2018	0.38	25/06/2018	0.34

26/01/2018	3.26	26/02/2018	1.63	26/03/2018	2.25	26/04/2018	0.62	26/05/2018	0.42	26/06/2018	0.14
27/01/2018	4.08	27/02/2018	3.01	27/03/2018	1.01	27/04/2018	0.43	27/05/2018	0.44	27/06/2018	0.24
28/01/2018	4.46	28/02/2018	1.48	28/03/2018	1.18	28/04/2018	0.7	28/05/2018	0.4	28/06/2018	0.27
29/01/2018	4.61			29/03/2018	2	29/04/2018	0.45	29/05/2018	0.37	29/06/2018	0.27
30/01/2018	1.23			30/03/2018	0.19	30/04/2018	0.54	30/05/2018	0.39	30/06/2018	0.25
31/01/2018	5.02			31/03/2018	1.35			31/05/2018	0.43		

JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
01/07/2018	0.12	01/08/2018	0.5	01/09/2018	1.51	01/10/2018	1.55	01/11/2018	1.51	01/12/2018	7.11
02/07/2018	0.19	02/08/2018	0.77	02/09/2018	1.51	02/10/2018	2.85	02/11/2018	5.4	02/12/2018	2.33
03/07/2018	0.08	03/08/2018	0.28	03/09/2018	0.73	03/10/2018	3.25	03/11/2018	2.7	03/12/2018	5.58
04/07/2018	0.35	04/08/2018	0.98	04/09/2018	0.8	04/10/2018	2.64	04/11/2018	3.4	04/12/2018	3.11
05/07/2018	0.09	05/08/2018	0.55	05/09/2018	1.88	05/10/2018	3.33	05/11/2018	2.39	05/12/2018	3.54
06/07/2018	0.23	06/08/2018	0.96	06/09/2018	1.28	06/10/2018	3.59	06/11/2018	2.49	06/12/2018	3.36
07/07/2018	0.28	07/08/2018	0.62	07/09/2018	1.9	07/10/2018	4.05	07/11/2018	2.05	07/12/2018	5.58
08/07/2018	0.37	08/08/2018	0.66	08/09/2018	1.46	08/10/2018	3.29	08/11/2018	5.59	08/12/2018	3.85
09/07/2018	0.31	09/08/2018	0.5	09/09/2018	1.38	09/10/2018	2.14	09/11/2018	3.17	09/12/2018	4.93
10/07/2018	0.26	10/08/2018	0.75	10/09/2018	0.9	10/10/2018	3.06	10/11/2018	2.41	10/12/2018	5.99
11/07/2018	0.05	11/08/2018	0.68	11/09/2018	2.13	11/10/2018	2.68	11/11/2018	5.67	11/12/2018	1.35
12/07/2018	0.14	12/08/2018	0.61	12/09/2018	1.1	12/10/2018	2.48	12/11/2018	5.7	12/12/2018	3.88
13/07/2018	0.2	13/08/2018	0.55	13/09/2018	1.34	13/10/2018	3.71	13/11/2018	3.64	13/12/2018	6.43
14/07/2018	0.29	14/08/2018	1.13	14/09/2018	1.17	14/10/2018	2.34	14/11/2018	2.41	14/12/2018	3.55
15/07/2018	0.22	15/08/2018	0.76	15/09/2018	1.47	15/10/2018	1.65	15/11/2018	6.73	15/12/2018	5.69
16/07/2018	0.39	16/08/2018	0.58	16/09/2018	0.76	16/10/2018	4.35	16/11/2018	5.12	16/12/2018	3.94
17/07/2018	0.13	17/08/2018	1.22	17/09/2018	3.14	17/10/2018	1.72	17/11/2018	4.88	17/12/2018	6
18/07/2018	0.29	18/08/2018	0.13	18/09/2018	2.71	18/10/2018	2.94	18/11/2018	2.53	18/12/2018	5.81
19/07/2018	0.2	19/08/2018	0.96	19/09/2018	0.79	19/10/2018	1.99	19/11/2018	3.18	19/12/2018	3.79
20/07/2018	0.17	20/08/2018	0.32	20/09/2018	2.21	20/10/2018	2.13	20/11/2018	3.69	20/12/2018	5.46
21/07/2018	0.19	21/08/2018	1.02	21/09/2018	1.49	21/10/2018	3.16	21/11/2018	3.81	21/12/2018	5.24
22/07/2018	0.28	22/08/2018	1.32	22/09/2018	1.84	22/10/2018	3.5	22/11/2018	4.56	22/12/2018	4.78
23/07/2018	0.47	23/08/2018	1.05	23/09/2018	1.46	23/10/2018	1.3	23/11/2018	5.43	23/12/2018	4.51
24/07/2018	0.25	24/08/2018	0.87	24/09/2018	2.48	24/10/2018	3.39	24/11/2018	2.57	24/12/2018	3.88
25/07/2018	0.33	25/08/2018	0.59	25/09/2018	1.75	25/10/2018	2.35	25/11/2018	4.03	25/12/2018	3.65
26/07/2018	0.36	26/08/2018	2.17	26/09/2018	1.06	26/10/2018	2.16	26/11/2018	3.34	26/12/2018	4.33
27/07/2018	0.7	27/08/2018	0.89	27/09/2018	1.6	27/10/2018	4.19	27/11/2018	3.3	27/12/2018	2.83

28/07/2018	0.74	28/08/2018	1.49	28/09/2018	1.41	28/10/2018	2.96	28/11/2018	2.87	28/12/2018	3.24
29/07/2018	0.34	29/08/2018	1.36	29/09/2018	4.27	29/10/2018	3.54	29/11/2018	5.33	29/12/2018	5.73
30/07/2018	0.35	30/08/2018	2.26	30/09/2018	0.93	30/10/2018	2.53	30/11/2018	2.77	30/12/2018	8.17
31/07/2018	0.23	31/08/2018	1.97			31/10/2018	3.85			31/12/2018	5.3

Anexo 02: Distancias entre componentes

[illegible]

Anexo N° 03: Fichas técnicas

UFTG172-12

12V 172AH

Front Terminal

Ultracell®
Quality in Every Language

UFTG172-12



Physical Specification

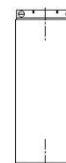
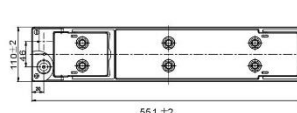
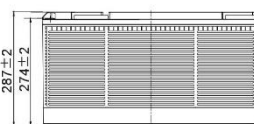
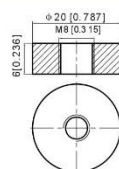
Part Number	UFTG172-12
Length	551 ± 2 mm
Width	110 ± 2 mm
Container Height	287 ± 2 mm
Total Height (with terminal)	287 ± 2 mm
Approx Weight	47.4 kg

Specifications

	Nominal Voltage	12V
	Nominal Capacity (20HR)	172.0AH
Terminal Type	Standard Terminal	F11
Container Material	Standard Option	ABS
Rated Capacity	100hr, 1.80V/cell, 25°C	172.0 AH/7.20A
	10hr, 1.80V/cell, 25°C	135.0 AH/13.5A
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	118.8 AH/23.76A
	3hr, 1.75V/cell, 25°C	103.5 AH/34.5A
	1hr, 1.60V/cell, 25°C	78.3 AH/78.3A
Max Discharge Current	1500A (5s)	
Internal Resistance	Approx 3.5m Ω	
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -20°C~55°C
		Charge: 0°C~40°C
		Storage: -20°C~50°C
	Nominal Operating Temp. Range	25±3°C
	Cycle Use	Initial Charging Current less than 36A. Voltage 14.4V ~ 15V at 25°C Temp. Coefficient -30mV/°C
	Standby Use	No limit on Initial Charging Current. Voltage 13.5V ~ 13.8V at 25°C Temp. Coefficient -20mV/°C
	Capacity affect by Temperature	40°C 103% 25°C 100% 0°C 86%
Design Floating Life at 20°C	12+ Years	
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	

Dimensions

F6 Terminal



UFTG172-12

12V 172AH
Gel Front Terminal

Ultracell®
Quality in Every Language

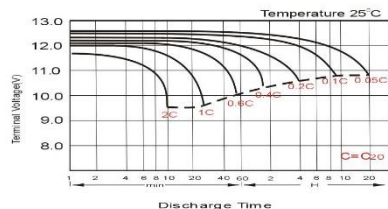
Constant Current Discharge (Amperes) at 25°C

F.V Time	20min	30min	45min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	20h
1.85V/cell	113.4	89.0	67.9	56.9	39.9	30.4	25.2	21.8	18.7	16.6	15.0	13.7	12.9	6.91
1.80V/cell	129.9	99.5	74.9	62.8	43.2	32.6	26.7	22.9	19.7	17.4	15.7	14.4	13.5	7.20
1.75V/cell	146.0	109.4	81.0	67.2	45.8	34.5	28.0	23.76	20.4	18.0	16.2	14.8	13.8	7.34
1.70V/cell	157.3	117.2	86.0	71.1	48.6	35.9	28.9	24.5	21.1	18.6	16.7	15.2	14.1	7.44
1.67V/cell	163.7	121.8	89.0	73.7	49.8	37.0	29.6	25.0	21.4	18.8	16.9	15.4	14.3	7.51
1.60V/cell	177.4	130.3	95.6	78.3	51.8	38.5	30.7	25.8	21.9	19.2	17.2	15.7	14.5	7.62

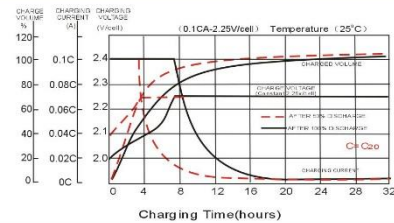
Constant Power Discharge (Watts) at 25°C

F.V Time	20min	30min	45min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	20h
1.85V/cell	217.1	171.6	131.7	110.7	78.1	59.6	49.6	43.0	37.1	32.9	29.8	27.2	25.8	13.8
1.80V/cell	245.4	189.9	143.9	121.6	84.0	63.7	52.4	45.0	38.8	34.4	31.1	28.6	26.9	14.3
1.75V/cell	272.8	206.6	154.2	129.5	88.8	67.1	54.7	46.5	40.0	35.5	32.0	29.4	27.4	14.6
1.70V/cell	290.7	219.7	163.1	136.4	93.7	69.7	56.3	47.9	41.4	36.6	32.9	30.1	28.0	14.8
1.67V/cell	299.1	225.2	167.4	140.5	95.7	71.6	57.5	48.7	41.9	37.0	33.4	30.5	28.3	14.9
1.60V/cell	320.6	239.6	178.9	148.4	99.0	74.1	59.5	50.0	42.8	37.7	33.9	31.1	28.8	15.1

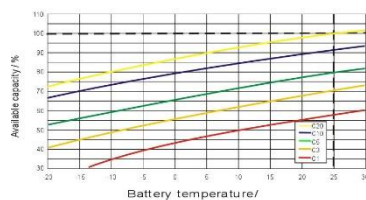
Discharge Characteristics



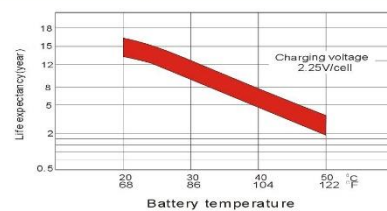
Charging Characteristics



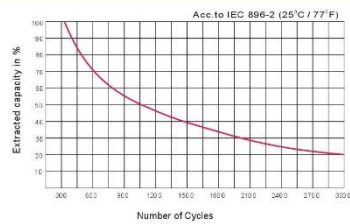
Temperature Effects in Relation to Battery Capacity



Effect of Temperature on Long Term Float Life



Cycle Life in Relation to Depth of Discharge



General Relation of Capacity VS. Storage Time



/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



FRONIUS SYMO

/ Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro



/ Tecnología
SnapInverter



/ Comunicación
de datos integrada



/ Diseño
SuperFlex



/ Seguimiento
inteligente GMPP



/ Smart Grid
Ready



/ Inyección cero



/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones. La conexión a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado. El inversor Fronius Symo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además, que el inversor no incluya energía a la red eléctrica.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx\ 1} / I_{dc\ máx\ 2}^{1)}$)				16 A / 16 A		
Máx. corriente de cortocircuito por serie FV (MPP ₁ /MPP ₂) ²⁾				24 A / 24 A		
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín}$)				150 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)				200 V		
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,n}$)				595 V		
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx}$)				1.000 V		
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín} - U_{mpp\ máx}$)	200 - 800 V	250 - 800 V	300 - 800 V	150 - 800 V		
Número de seguidores MPP	1			2		
Número de entradas CC	3			2+2		
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx}$)	6,0kW <small>pico</small>	7,4kW <small>pico</small>	9,0kW <small>pico</small>	6,0kW <small>pico</small>	7,4kW <small>pico</small>	9,0kW <small>pico</small>
DATOS DE SALIDA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,n}$)	3.000 W	3.700 W	4.500 W	3.000 W	3.700 W	4.500 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac\ máx}$)	4,3 A	5,3 A	6,5 A	4,3 A	5,3 A	6,5 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)					
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %					
Factor de potencia ($\cos \phi_{ac,n}$)	0,70 - 1 ind. / cap.			0,85 - 1 ind. / cap.		
DATOS GENERALES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm					
Peso	16,0 kg			19,9 kg		
Tipo de protección				IP 65		
Clase de protección				1		
Categoría de sobretensión (CC / CA) ³⁾				2 / 3		
Consumo nocturno				< 1 W		
Concepto de inversor				Sin Transformador		
Refrigeración				Refrigeración de aire regulada		
Instalación				Instalación interior y exterior		
Margen de temperatura ambiente				-25 - +60 °C		
Humedad de aire admisible				0 - 100 %		
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)					
Tecnología de conexión CC	3 x CC+ y 3 x CC bornes rosados 2,5 - 16 mm ²			4 x CC+ y 4 x CC bornes rosados 2,5 - 16mm ² ³⁾		
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes rosados 2,5 - 16 mm ²			5 polos CA bornes rosados 2,5 - 16mm ² ³⁾		
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4/12, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777.2, AS 4777.3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 ¹⁾ , CEI 0-21 ¹⁾ , NRS 097					

¹⁾ Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M.

²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

³⁾ 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.\ 1} / I_{dc\ máx.\ 2}$)	27 A / 16,5 A ¹⁾		33 A / 27 A		
Máxima corriente de entrada total utilizada ($I_{dc\ máx.\ 1} + I_{dc\ máx.\ 2}$)	43,5 A		51,0 A		
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP ₁ / MPP ₂)	40,5 A / 24,8 A		49,5 A / 40,5 A		
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)			200 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)			200 V		
Tensión de entrada nominal ($U_{dc\ n}$)			600 V		
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)			1.000 V		
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$)	270 - 800 V	320 - 800 V		370 - 800 V	420 - 800 V
Número de seguidores MPP	2				
Número de entradas CC	3+3				
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	15,0 kW _{peak}	18,8 kW _{peak}	22,5 kW _{peak}	26,3 kW _{peak}	30,0 kW _{peak}
DATOS DE SALIDA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac\ n}$)	10.000 W	12.500 W	15.000 W	17.500 W	20.000 W
Máxima potencia de salida	10.000 VA	12.500 VA	15.000 VA	17.500 VA	20.000 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac\ máx.}$)	14,4 A	18,0 A	21,7 A	25,3 A	28,9 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (15 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	1,8 %	2,0 %	1,5 %	1,5 %	1,3 %
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac\ n}$)	0 - 1 ind. / cap.				
DATOS GENERALES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm				
Peso	34,8 kg			43,4 kg	
Tipo de protección	IP 66				
Clase de protección	I				
Categoría de sobretensión (CC / CA) ²⁾	1 + 2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Sin Transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +60 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	6 x CC+ y 6 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ONORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CFI 0-16, CFI 0-21, NRS 097				

¹⁾ 14,0 A para tensiones < 420 V

²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es

PANEL SOLAR 370W 72 CÉLULAS MONOCRISTALINO

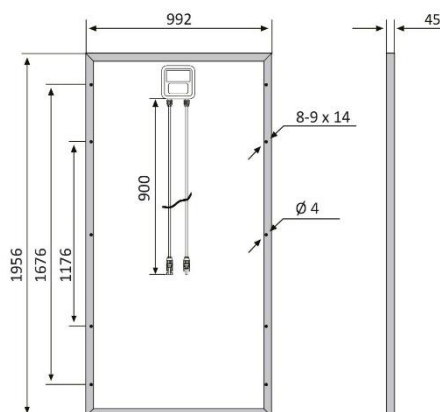
Características

Tamaño del módulo	1956 x 992 x 45 mm
Células	72 piezas monocristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	370W
Cable	90cm, 4mm ²
Voltaje en circuito abierto (Voc)	48.3V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.95A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	40.1V
Intensidad a máxima potencia (Im)	9.23A
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.02973%
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.38038%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.57402%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	19%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	21.5 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años

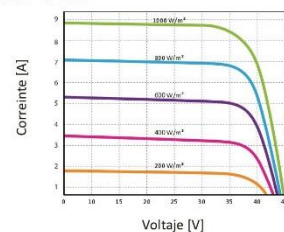
BSP370M



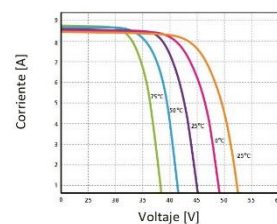
Esquemas



Curvas



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m²

Controladores de carga SmartSolar 250V y 99% de eficiencia

MPPT 250/60, 250/70, 250/85 & 250/100

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 250/100-Tr
Con pantalla conectable opcional.



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 250/100-MC4
Sin pantalla

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

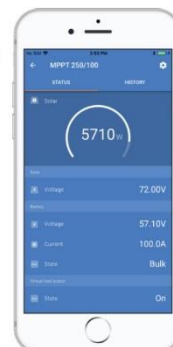
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar	MPPT 250/60	MPPT 250/70	MPPT 250/85	MPPT 250/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a12, 24 ó 48V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36V)			
Corriente de carga nominal	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12 V 1a,b)	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24 V 1a,b)	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 48 V 1a,b)	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A (máx. 30A x con. MC4)		70A (max 30A x MC4 con.)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	250V máximo absoluto en las condiciones más frías 245V en arranque y funcionando al máximo			
Eficacia máxima	99%			
Autoconsumo	Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V			
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Algoritmo de carga	adaptativo multifase			
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C			
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión			
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Humedad	95%, sin condensación			
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth			
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)			
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC			
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)			
CARCASA				
Color	Azul (RAL 5012)			
Terminales FV 3)	35mm² / AWG2 (modelos Tr), Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/60 y 250/70) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/85 y 250/100)			
Bornes de batería	35mm² / AWG2			
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)			
Peso	3 kg		4,5 kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215x250x95 mm		Modelos Tr: 216 x 295 x 103 mm Modelos MC4: 246x295x103 mm	
NORMATIVAS				
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2			
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado.				
1b) La tensión FV debe exceder en 5 V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador.				
Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V.				
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.				
3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares.				
Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)				

Anexo N° 04: Precios

Batería GEL Frontal 172Ah Ultracell 12V



s/.1.396,29 SIN IGV
S/. 1.183,30

★★★★★

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalos el lunes 9 de diciembre en agencia Marvisur de provincias** >

Fabricante: Ultracell | Cod. Artículo: 1703572

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

2 años de garantía 14 días de devolución 100% pago seguro

Secured by GeoTrust

Controlador SmartSolar MPPT 250V 100A VICTRON



s/.5.014,58 SIN IGV
S/. 4.249,64

★★★★★

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalos el lunes 6 de enero en agencia Marvisur de provincias** >

Fabricante: Victron Energy | Cod. Artículo: 2008110

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

5 años de garantía 14 días de devolución 100% pago seguro

Secured by GeoTrust

☑ Inversor Interconexión FRONIUS Symo 15kW Trifásico



s/.16.176,38

SIN IGV
S/. 13.708,80



Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el viernes 3 de enero en agencia Marvisur de provincias** >

Fabricante: Fronius | Cod. Artículo: 3208022

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO

COMPRAR



2 años
de garantía



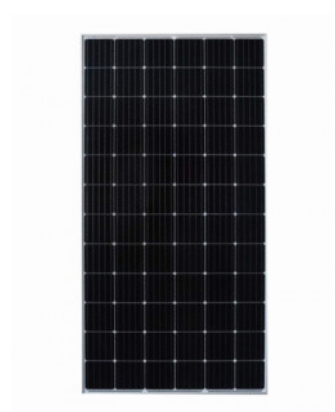
14 días
de devolución



100%
pago seguro



☑ Panel Solar 370W 24V Monocristalino Bauer



s/.1.106,25

SIN IGV
S/. 937,50



Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el lunes 9 de diciembre en agencia Marvisur de provincias** >

Fabricante: Bauer | Cod. Artículo: 1002118

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO

COMPRAR



25 años
de garantía



14 días
de devolución



100%
pago seguro

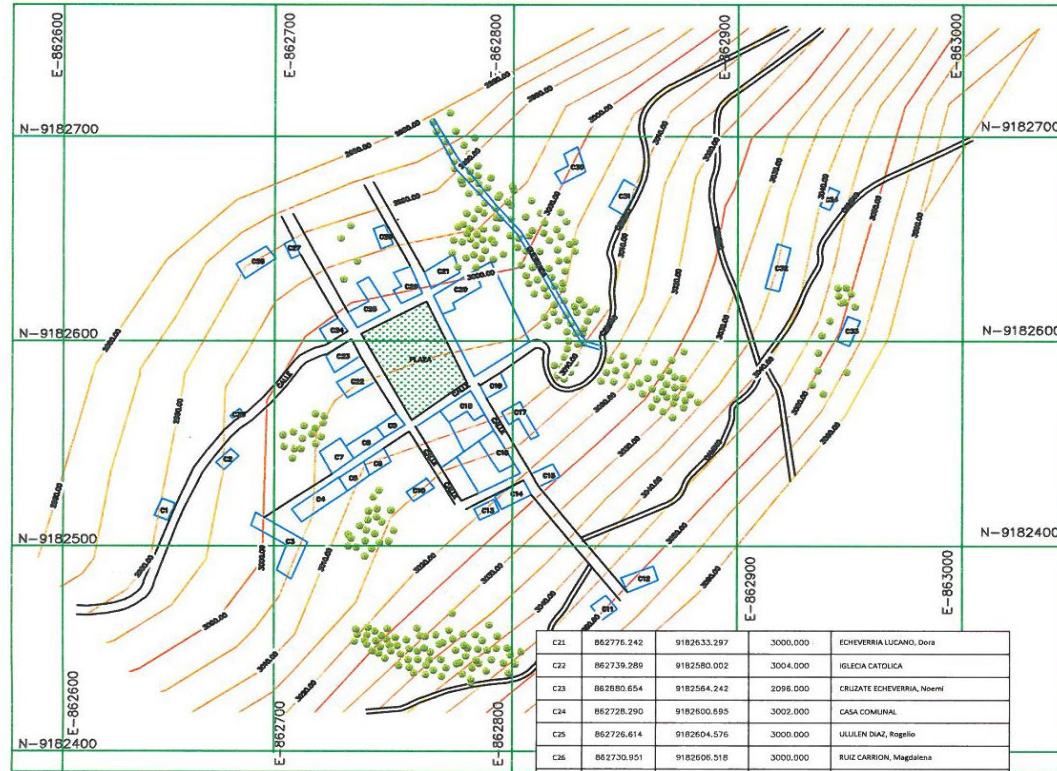


En AutoSolar Energía del Perú puede comprar el **Panel Solar 370W 24V Monocristalino Bauer al mejor precio del mercado**. Un módulo que cuenta con una relación potencia-precio excelente en la actualidad y que es idóneo para su uso en sistemas solares fotovoltaicos. La característica fundamental de este módulo es su composición de células monocristalinas de elevado rendimiento, que ofrecen casi un 25% más de producción respecto a un panel de 300W y con el mismo tamaño físico. Es perfecto para sistema aislados, sistemas de conexiones a red y kits de bombeo solar directo gracias a su elevada eficiencia. Además, gracias a este modelo de panel podrá disfrutar de mayor potencia con menor superficie útil. En su parte trasera incorpora el cableado con 90cm de cable por cada polo para su fácil conexión.

Anexo N° 05: Fotografía del caserío Sundia distrito de Bolívar – La Libertad



Anexo N° 06: Plano Topográfico del Caserío Sundia



SC : 1/2000



C21	862776.242	9182633.297	3000.000	ECHIVERRIA LUCANO, Dora
C22	862739.289	9182580.002	3004.000	IGLESIA CATOLICA
C23	862880.654	9182564.242	2096.000	CRUZATE ECHIVERRIA, Noemi
C24	862728.290	9182600.695	3002.000	CASA COMUNAL
C25	862726.614	9182604.576	3000.000	LULLEN DIAZ, Rogelio
C26	862730.951	9182606.518	3000.000	RUIZ CARRION, Magdalena
C27	862690.147	9182646.347	2990.000	LULLEN DIAZ, Nicodemus
C28	862701.360	9182640.205	2992.000	RUIZ CARRION, Juana
C29	862742.866	9182656.879	2994.000	LULLEN DIAZ, Carlos
C30	862759.796	9182623.305	3000.000	LULLEN DIAZ, Carlos
C31	862832.140	9182682.821	3006.000	LULLEN LOZANO, Narciso
C32	862849.269	9182679.091	3010.000	LULLEN ECHIVERRIA, Eduardo
C33	862923.572	9182645.603	3034.000	FLORINDEZ GARRO, Elmer
C34	862954.537	9182610.061	3050.000	FLORINDEZ RAMOS, Paulino
C35	862940.927	9182675.346	3040.000	CHIGUAMAN TORRENO, Melanio

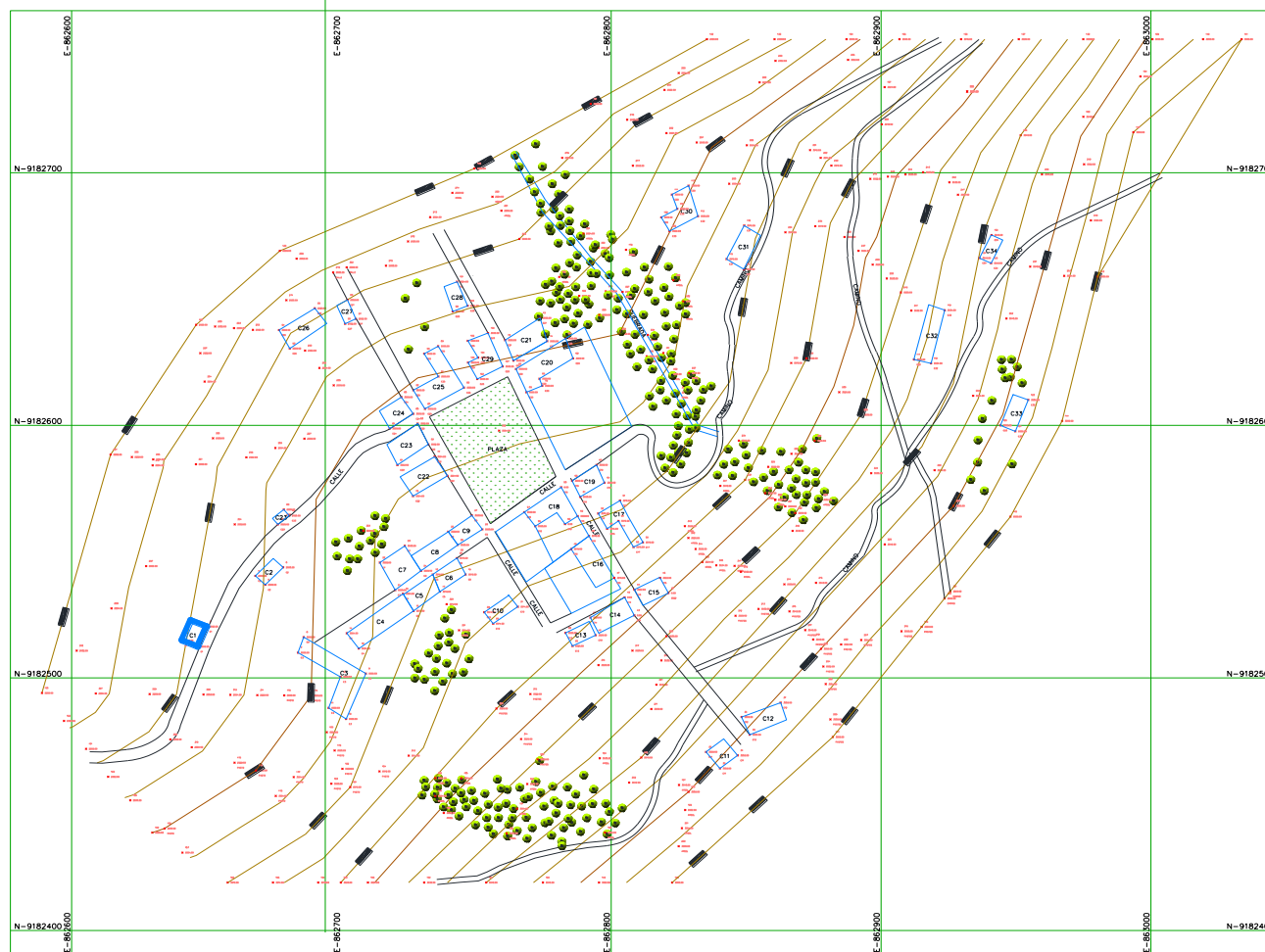


SC : 1/20000

N° CASA	ESTE	NORTE	COTA	PROPIETARIO
C1	862690.096	9182520.330	2990.000	LOZANO GALVEZ, Rube
C2	862678.405	9182543.747	2996.000	LULLEN LOZANO, Omar Nilo
C3	862709.042	9182501.726	3000.000	INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA
C4	862701.983	9182517.682	3004.000	ECHIVERRIA VACA, Nativio
C5	862736.455	9182534.136	3010.000	RAMOS LULLEN, Ramiro
C6	862746.025	9182540.942	3010.000	RAMOS LULLEN, Rosalbeth
C7	862719.910	9182534.784	3008.000	LULLEN DIAZ, Melicio
C8	862743.137	9182552.643	3008.000	LUCINDA LOZANO GALVEZ, Maria Lucinda
C9	862752.220	9182558.801	3008.000	LULLEN LOZANO, Lenin
C10	862765.359	9182528.174	3014.000	LULLEN FLORINDEZ, Geronima
C11	862846.822	9182469.305	3050.000	FLORINDEZ RAMOS, Juliana
C12	862862.773	9182490.199	3050.000	LULLEN ECHIVERRIA, Reinaldo
C13	862794.195	9182516.902	3020.000	TORRES ECHIVERRIA, Demidai
C14	862792.271	9182523.890	3020.000	TORRES ECHIVERRIA, Demidai
C15	862808.562	9182534.942	3022.000	CARDENAS ECHIVERRIA, Benjamin
C16	862801.080	9182539.588	3015.000	ECHIVERRIA LUCANO, Marjula
C17	862803.232	9182570.185	3016.000	PUTIZA LUCANO, Guacimelino
C18	862787.536	9182564.053	3008.000	CENTRO EDUCATIVO INICIAL
C19	862797.440	9182577.298	3008.000	FLORINDEZ RAMOS, David
C20	862785.820	9182626.517	3000.000	INSTITUCION EDUCATIVO SECUNDARIO

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		<div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">01</div>
	PLANO : TOPOGRAFICO		
	UBICACION : LIBERTAD-BOLIVAR-SUNDIA		
	LUGAR DEL PROYECTO: SUNDIA		
DIBUJADO POR : U.R.W		FECHA : 17/12/18	ESCALA : 1/2000

Anexo N° 07: Leyenda del plano topográfico del caserío Sundia



LEYENDA		
ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION
1		ARBOLES
2		PLAZA
3		CAMINOS
5		CASAS
6		CALLES
7		QUEBRADA
8		CURVAS DE NIVEL

Anexo N° 08: Ubicación de la central fotovoltaica del caserío Sundia



Anexo N° 09: Paneles y banco de baterías del sistema de generación solar fotovoltaico del caserío Sundia

